

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 972 700**

51 Int. Cl.:

B01J 8/00 (2006.01)

B01J 8/02 (2006.01)

B01J 8/06 (2006.01)

B65G 69/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.01.2017 PCT/EP2017/051671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17129689**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.01.2017 E 17701354 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2024 EP 3408017**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para llenar un tubo con material de llenado en partículas**

30 Prioridad:

28.01.2016 EP 16153078

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.06.2024

73 Titular/es:

**T.I.M.E. SERVICE CATALYST HANDLING GMBH
(100.0%)**

**Hofwiesenstr. 4
85077 Manching, DE**

72 Inventor/es:

COTA, ALDO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 972 700 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo y procedimiento para llenar un tubo con material de llenado en partículas

La presente invención se refiere a un dispositivo para llenar suave y uniformemente un tubo, como, en particular, un reactor tubular, con material de llenado en partículas, como, en particular, partículas catalíticas, comprendiendo el dispositivo elementos amortiguadores de caída especialmente diseñados y comprendiendo además medios para reducir el desgaste de los elementos amortiguadores de caída; así como a métodos para llenar un tubo usando estos objetos.

Antecedentes de la invención

La calidad del relleno del catalizador es de gran importancia para la realización de reacciones químicas en reactores tubulares llenos de partículas catalíticas. Un lecho de catalizador homogéneo garantiza una distribución uniforme de la temperatura en el reactor. Al llenar las partículas catalíticas que, a menudo, son muy sensibles mecánicamente, es posible que las partículas se rompan debido a una fuerza mecánica grande o que la masa de catalizador se desprenda. De este modo el relleno del catalizador se comprime y se producen pérdidas de presión indeseables durante el funcionamiento del reactor. Si el llenado no es homogéneo, también existe el riesgo de que se formen los llamados "puntos calientes", es decir, zonas de temperatura inconvenientemente elevada en el reactor que perjudican el control del curso de la reacción. Al llenar reactores tubulares con partículas catalíticas se debe prestar especial atención a la homogeneidad del relleno resultante. Esto se intenta lograr llenando el tubo con las partículas catalíticas lo más suavemente posible.

El documento EP-A-0 548 999 da a conocer un método para llenar tubos verticales con material en partículas, en el que se inserta una línea en el tubo que lleva medios de amortiguación radiales dispuestos transversalmente a la línea en forma de cepillos flexibles, cuya extensión radial es menor que el radio del tubo. Estos cepillos ceden gradualmente a medida que las partículas caen sobre ellos. Durante el llenado, se tira de la línea hacia arriba fuera del tubo.

Este dispositivo, conocido en el estado de la técnica, presenta en la práctica graves inconvenientes. En particular, la disposición radial de las cerdas cortas y rectas del medio amortiguador provoca a menudo perturbaciones indeseables durante el proceso de llenado. El medio amortiguador no es permeable a las partículas catalíticas, especialmente en la zona central, es decir, cerca de la línea, debido a la alta densidad de las cerdas, de modo que, especialmente si la velocidad de llenado es demasiado alta, salen menos partículas hacia abajo a través del elemento amortiguador de las que se rellenan desde arriba. Esto provoca a menudo que el tubo se bloquee y, como consecuencia, que se rompa el cable de soporte. Para eliminar este problema, se debe interrumpir el proceso de llenado y aspirar nuevamente el catalizador que ya se haya llenado, lo que retrasa innecesariamente todo el proceso y prolonga innecesariamente el tiempo de inactividad del sistema. Si el proceso de llenado no se realiza de forma continua, esto también puede afectar a la homogeneidad del relleno de partículas.

El documento US 6,467,513 describe otro dispositivo para llenar tubos con partículas catalíticas. Incluye una línea con elementos amortiguadores en forma de cepillo que se encuentra en un tubo de llenado flexible. La línea se introduce junto con el tubo de llenado en el reactor que se va a llenar y se extrae del reactor junto con el tubo de llenado durante el proceso de llenado. En general, con un dispositivo de este tipo el manejo del tubo de llenado durante el llenado es especialmente complicado y además el proceso de llenado se ralentiza innecesariamente. En este documento se describen también diferentes elementos amortiguadores para este dispositivo, en particular, cepillos con brazos desviados radialmente, cepillos en los que se fijan elementos de rejilla metálicos adicionales entre dos brazos adyacentes y que, por tanto, son de construcción bastante compleja y dispositivos con brazos dispuestos radialmente en forma de aspa. Sin embargo, no se describe cómo deberían diseñarse realmente los elementos de rejilla mencionados y cómo deberían fijarse especialmente en dos brazos adyacentes sin perjudicar el funcionamiento del elemento amortiguador. El tamaño de malla de estos elementos de rejilla estructurados regularmente debería poder adaptarse al tamaño de partículas de los catalizadores utilizados. En cualquier caso, tales elementos de rejilla adicionales son complicados y costosos de producir y, además, la elasticidad total de tales elementos amortiguadores se reduce de manera indeseable.

En el documento WO 2004/096428 se da a conocer otro dispositivo para llenar tubos con partículas catalíticas, en el que amortiguadores de caída longitudinales esencialmente rígidos y espaciados uniformemente en forma de abrazadera van sujetos asimétricamente a una línea central y apuntan radial y esencialmente en horizontal hacia fuera. Las abrazaderas están dispuestas axialmente a lo largo de la línea central de tal manera que se garantiza una cobertura circunferencial de la sección transversal del tubo. Los amortiguadores de caída individuales no conforman una estructura reticular. Sin proporcionar información más detallada, también menciona la posibilidad de acoplar un sensor, que no se describe con más detalle, al extremo inferior de la línea para transmitir una señal óptica o acústica al extremo superior de la línea tan pronto como el extremo inferior entra en contacto con el relleno catalítico. Sin embargo, faltan por completo detalles constructivos. Tampoco se sugiere un seguimiento visual permanente. La desventaja en este caso es que el dispositivo puede provocar movimientos giratorios violentos durante el llenado, lo que significa que la sección transversal del tubo ya no está cubierta de forma fiable por elementos amortiguadores y, por tanto, la amortiguación de caída no es óptima. Por lo tanto, no se puede conseguir una formación homogénea del lecho de catalizador; a velocidades de llenado más altas existe el riesgo de que las partículas catalíticas se rompan y con ello se formen "puntos calientes" durante el funcionamiento del sistema.

El documento EP-A-1 749 568 describe un dispositivo para llenar un tubo con material de llenado en partículas, que comprende al menos un elemento amortiguador de caída que está unido a un soporte y puede insertarse junto con el soporte en el tubo que se va a llenar, llevando el elemento amortiguador de caída una estructura de red que es permeable a las partículas del material de llenado, estando formada la estructura de red por varios elementos de red elásticos. Los elementos individuales de la red, por ejemplo, pueden estar fabricados a partir de finos alambres de acero fijados al cuerpo central del elemento amortiguador de caída en unión rígida o mediante articulaciones de resorte. Por lo tanto, la estructura de la red está expuesta a fuertes tensiones mecánicas en la zona central durante el llenado. Esto es especialmente cierto si las partículas de material de llenado presentan bordes exteriores. La fuerte tensión mecánica cuando tales partículas impactan sobre elementos individuales de la red conduce a una mayor fatiga del material y a la rotura de los elementos individuales de la red. Por lo tanto, puede ser necesaria una sustitución prematura de cada uno de los elementos amortiguadores de caída y, posiblemente, incluso una interrupción más prolongada del proceso de llenado. De este modo se perjudican las importantes ventajas de este tipo de dispositivos en cuanto a un llenado uniforme y respetuoso con las partículas.

El documento EP 2 191 889 A1 describe un sistema de carga de catalizador.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de llenado mejorado para tubos longitudinales rectos, como reactores tubulares, en particular, aquellos con diámetros superiores a 50 mm, que sea incluso menos propenso a fallar y permita llenar el tubo con material de llenado aún más rápida, suave y uniformemente.

Resumen de la invención

El objetivo anterior podría resolverse, en particular, previendo un dispositivo de llenado mejorado que, por un lado, presente los elementos amortiguadores de caída descritos en el documento EP-A-1 749 568, que comprenden una estructura de red pero que, además, presentan deflectores de material de llenado especialmente diseñados sobre cada elemento amortiguador de caída.

Las características esenciales de la invención se definen explícitamente en el texto de las reivindicaciones independientes 1, 11 y 12. Otras características de la invención se definen explícitamente en el texto de las reivindicaciones subordinadas.

Estos deflectores de material de llenado están diseñados de tal forma que protegen la zona central de un elemento amortiguador de caída o la zona central de la correspondiente estructura de red sometidas a la mayor carga mecánica y, en particular, la sección interior de sus elementos de red individuales, a través de los cuales se unen al cuerpo del elemento amortiguador de caída, contra el impacto directo de las partículas de material de llenado pero, por otro lado, no ralentizan significativamente la velocidad de llenado ni provocan que el reactor tubular se obstruya con material de llenado durante el proceso de llenado.

Según la invención, por un lado se reduce efectivamente la velocidad de caída del material de llenado y, por otro lado, con la configuración del dispositivo según la invención, el tubo que se desea llenar no se obstruye ni siquiera a altas velocidades de llenado. Sorprendentemente, se descubrió que cuando se utiliza una estructura de red suelta, flexible e irregular hecha de uno o más elementos de red curvos y flexibles en combinación con tales deflectores de material de llenado, se logra un llenado más cuidadoso y eficiente de un tubo con material de llenado en partículas. Según la invención se ha observado, en particular, que las partículas de material de llenado se distribuyen o dispersan rápidamente durante el proceso de llenado sobre la sección transversal del tubo debido a la configuración inventiva del elemento amortiguador de caída en combinación con un deflector central de material de llenado dispuesto encima. Este movimiento relativamente desordenado contribuye a evitar eficazmente la obstrucción y, al mismo tiempo, los elementos de red o los elementos amortiguadores de caída gozan de una vida útil claramente mejorada.

Descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un dispositivo (1) de llenado según la invención durante el llenado de un tubo (6) vertical con partículas (P) de material de llenado. En particular, el dispositivo (1) colocado longitudinalmente en el tubo (6) comprende tres elementos (3) amortiguadores de caída según la invención que están unidos a un soporte (2). Cada elemento (3) amortiguador de caída presenta una pluralidad de elementos (40) de red en forma de fibras curvadas dispuestos irregularmente y fabricados, por ejemplo, a partir de piezas individuales de alambre de acero. Por encima de cada elemento (3) amortiguador de caída se fija al soporte (2) un deflector (10) de material de llenado en forma de sombrero o paraguas, por ejemplo, de chapa fina de acero, y diseñado de manera que la zona central de la red (4) formada por los elementos (40) de red está protegida del impacto directo de las partículas (P) de material de llenado que se vierten desde arriba a través del medio (7) auxiliar de llenado.

La Figura 2 muestra la vista lateral de una configuración de un elemento (3) amortiguador de caída según la invención. El elemento (3) amortiguador de caída comprende dos cáncamos (30, 30a) para sujetar el elemento (3) amortiguador de caída al soporte (2) y una pluralidad de fibras (400) curvadas radialmente hechas, por ejemplo, de piezas individuales de alambre de acero. Los elementos (34, 35) individuales se presionan entre sí a través de los topes (31) de los dos cáncamos. El cáncamo (30a) superior (a la izquierda en la figura) presenta un deflector (10) de material de llenado en forma de paraguas según la invención (que aquí se representa esquemáticamente) en el espacio formado

entre los dos topes (31, 31a). La dirección de llenado se indica con una flecha.

La Figura 3 muestra una vista superior de un elemento (3) amortiguador de caída según la invención de acuerdo con la Figura 2 con fibras (400) de diferentes longitudes, dispuestas radialmente, curvadas en la misma dirección pero en diferentes ángulos y hechas de piezas individuales de alambre de acero que conforman una estructura (4) de red abierta asimétrica. Se muestra esquemáticamente la disposición esencialmente centrada del deflector (10) de material de llenado de forma circular visto desde arriba.

La Figura 4 muestra una vista superior de una configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 2 con fibras (400) dispuestas radialmente, curvadas en diferentes direcciones y hechas, por ejemplo, de piezas individuales de alambre de acero, que forman una estructura (4) de red abierta asimétrica. Se muestra esquemáticamente la disposición esencialmente centrada del deflector (10) de material de llenado de forma circular visto desde arriba.

La Figura 5a muestra una vista superior de otra configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 2 con bucles (402) de diferentes longitudes dispuestos radialmente y hechos, por ejemplo, de piezas individuales de alambre de acero, que conforman una estructura (4) de red cerrada asimétrica. Se muestra esquemáticamente la disposición esencialmente centrada del deflector (10) de material de llenado de forma circular visto desde arriba. La Figura 5b muestra una vista superior de otra configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 5a, que está formado por un hilo (404) elástico continuo hecho, por ejemplo, de alambre de acero, que forma segmentos en bucle al unirse por tramos al cuerpo (33). También en este caso se conforma una estructura (4) de red cerrada asimétrica. Se muestra esquemáticamente la disposición esencialmente centrada del deflector (10) de material de llenado de forma circular visto desde arriba.

La Figura 6 muestra varias configuraciones de elementos (40) de red según la invención, concretamente a) como fibras (400) individuales curvadas radialmente, b) como fibras (401) dobles en forma de S curvadas radialmente, c) como bucles (402), pudiendo unirse estos elementos de red al elemento amortiguador de caída a través de un ojal (403) final. Las figuras 6 d), e) y f) muestran elementos de red que se pueden unir al elemento amortiguador de caída mediante articulaciones (407) de resorte, concretamente d) una fibra (405), e) un bucle (406) con dos articulaciones (407) de resorte finales y f) una fibra (408) dentada curvada varias veces.

La Figura 7 muestra una representación esquemática de otra configuración de un dispositivo (1a) de llenado insertado en un tubo (6), que comprende un conductor (50) de luz flexible dispuesto longitudinalmente en el tubo (6) a modo de soporte que va conectado con un monitor (53) fuera del tubo (6) y que está provisto en el extremo opuesto del tubo (6) con una fuente (52) de luz y una lente (51). El dispositivo comprende tres elementos (3a) amortiguadores de caída que están conectados elásticamente entre sí mediante resortes (8) en espiral. Sobre cada elemento (3a) amortiguador de caída se dispone un deflector (10) de material de llenado en forma de sombrero o paraguas hecho, por ejemplo, de chapa de acero, de manera que protege la zona central de la red (4) formada por los elementos (40) de red del impacto directo de las partículas (P) de material de llenado a rellenar desde arriba a través del medio (7) auxiliar de llenado. Una modificación (que no se muestra aquí) incluye un dispositivo de llenado en el que faltan los resortes (8) en espiral y los elementos (3a) amortiguadores de caída y los deflectores (10) de material de llenado están unidos de manera liberable al conductor (50) de luz.

La Figura 8 muestra otra configuración de elementos amortiguadores de caída según la invención. Los elementos de red, en este caso bucles (406) con articulaciones (407) de resorte, están sujetos por un cuerpo metálico de dos piezas en forma de manguito que consta de dos mitades (360, 361) del cuerpo que se pueden atornillar entre sí. Las articulaciones de resorte se insertan en depresiones o hendiduras (362) laterales distribuidos radialmente por toda la circunferencia de las mitades del cuerpo. El diámetro interior del cuerpo en forma de manguito está adaptado al diámetro del soporte, en este caso el conductor (50) de luz, de modo que al atornillar las dos mitades del cuerpo, el cuerpo queda fijado en unión positiva al conductor (50) de luz. La Figura 8a) muestra la vista en perspectiva de la disposición antes de atornillar las dos mitades (360, 361) del cuerpo. La Figura 8b) muestra una sección transversal del cuerpo atornillado al conductor (50) de luz. Según esta forma de realización, sobre cada elemento amortiguador de caída, en el conductor (50) de luz, también puede haber dispuesto un deflector (10) de material de llenado según la invención (que aquí no se representa).

La Figura 9 muestra configuraciones adicionales de elementos amortiguadores de caída según la invención. Un cuerpo (330) metálico de una sola pieza está provisto de una rosca (331) de tornillo en sus extremos superior e inferior. Se puede conectar al soporte (2) (que no se muestra) a través de esta rosca (331) de tornillo. Por toda la circunferencia de la sección central del cuerpo (330) hay previstas una serie de hendiduras o depresiones (332) que están diseñadas para que en ellas se fijen los elementos de red fabricados, por ejemplo, a partir de piezas individuales de alambre de acero, que en su conjunto conforman una red tridimensional. En particular, aquí se prevén hendiduras (332) en las que se pueden alojar las articulaciones (407) de resorte. Las articulaciones (332) de resorte sobresalen lo suficiente de las hendiduras (332) para garantizar un efecto elástico mejorado. La Figura 9a) muestra una de las cuatro fibras (405) distribuidas radialmente sobre la circunferencia del cuerpo (330), que en su conjunto conforman una red tridimensional del elemento amortiguador de caída mostrado, estando cada extremo de fibra distal conectado a una fibra (405) adyacente mediante una conexión (409) que va unida por su sección intermedia. En caso necesario o conveniente, se pueden insertar fibras adicionales en hendiduras (332) adicionales para conformar la estructura de

red tridimensional con una malla más densa. La Figura 9b) muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro bucles (406), estando diseñados ambos extremos de cada uno de los bucles como articulaciones (407) de resorte y alojados en una de un total de ocho hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente por el cuerpo (330). En caso necesario o conveniente, se pueden diseñar hendiduras (332) adicionales para bucles adicionales con el fin de hacer que la estructura de red tridimensional con bucles adicionales esté más estrechamente entrelazada. La Figura 9c) muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro fibras (408) dentadas, estando insertada cada una de las fibras a través de una articulación (407) de resorte en una de varias hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente por el cuerpo (330). En caso necesario o conveniente, se pueden insertar fibras adicionales en hendiduras (332) adicionales para formar la estructura de red tridimensional con una malla más densa.

La Figura 10a muestra un elemento amortiguador de caída con una red tridimensional formada a partir de cuatro bucles (406), estando diseñados ambos extremos de cada uno de los bucles como articulaciones (406) de resorte e insertados en una de un total de ocho hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente por el cuerpo (330). En los dos extremos del cuerpo (330) hay conformadas roscas (331) de tornillo que sirven para la conexión con el cable (20) de soporte, que está fabricado, por ejemplo, de un alambre de acero. Para ello se fijan tapas (333) roscadas en los extremos del cable (20) de soporte. Las tapas (333) roscadas y el cuerpo (330) presentan diámetros radiales aproximadamente idénticos. Antes del montaje del dispositivo según la invención, el deflector (10) de material de llenado en forma de paraguas con una superficie (11) de revestimiento curvada cóncavamente en la dirección de caída se coloca sobre el elemento amortiguador de caída correspondiente a través de la perforación (12) conformada en el centro de su superficie (11) lateral o de revestimiento en forma de paraguas, sobre el cuerpo (330), y se atornilla el extremo de la rosca (331) de tornillo que sobresale por el orificio (12) del deflector (10) de material de llenado a la tapa (333) roscada.

La Figura 10b muestra una sección transversal de un elemento amortiguador de caída según la Figura 9b conectado a un soporte (20) según el dibujo de exposición de la Figura 10a. Los extremos (21) del cable engrosados de forma cónica encajan positivamente en la tapa (333) roscada. En el estado atornillado, la tapa (333) roscada y el cuerpo (330) no se tocan entre sí, sino que forman un asiento (338) para el deflector (10) de material de llenado en el área de la sección de rosca expuesta de la rosca (331) de tornillo, lo que delimita la movilidad longitudinal del deflector de material de llenado insertado en el mismo a lo largo de la rosca 331. Al seleccionar apropiadamente la altura del asiento (338) y el espesor de la pared del deflector (10) de material de llenado, así como el diámetro de la apertura (12) en el deflector (10) de material de llenado, se puede ajustar su holgura de la manera deseada. Aquí está dimensionado para que el deflector (10) de material de llenado pueda girar e inclinarse lateralmente alrededor con respecto al eje longitudinal del dispositivo (y alrededor de la rosca (331) de tornillo) cuando se instala en su estado final.

La Figura 10c muestra una sección transversal a través de una tapa (333) roscada según la invención como se muestra en las Figuras 10a o 10b. La rosca (337) interior correspondiente a la rosca (331) de tornillo está conformada en la mitad inferior. La hendidura (334) se utiliza para una conexión roscada positiva con la rosca (331) de tornillo del elemento amortiguador de caída. La hendidura (334) continúa hacia arriba en forma de cono (335). Esta sirve, por un lado, como tope para la rosca (331) de tornillo y como alojamiento para el extremo (21) de cable diseñado en unión positiva del cable (20) de soporte, que se guía a través del orificio (336) superior en la tapa (333) roscada. Las longitudes de la rosca (331) de tornillo y la rosca (337) interior están coordinadas de manera que cuando el cuerpo (330) está completamente atornillado con la tapa (333) roscada, entre los dos extremos del cuerpo (330) y la tapa (333) roscada queda una distancia que luego sirve de asiento (338) para el deflector (10) de material de llenado.

La Figura 11 muestra diversas configuraciones de deflectores (10) de material de llenado en forma de paraguas según la invención. A la izquierda se muestra una vista en perspectiva y a la derecha la sección transversal del respectivo deflector de material de llenado. La Figura 11a muestra una pantalla (10a) cónica, la Figura 11b muestra una pantalla (10b) en forma de tulipa, la Figura 11c muestra una pantalla (10c) semiesférica y la Figura 11d muestra una pantalla (10d) cónica con una superficie lateral o de revestimiento curvada. En las secciones correspondientes se indica el ancho máximo de pantalla respectivo ($d_{m\acute{a}x}$) así como la altura h de la pantalla (ejemplo en la Figura 11a).

La Figura 12 muestra dos configuraciones adicionales de deflectores (10e y 10f) de material de llenado que pueden usarse según la invención. La Figura 12a muestra una pantalla en forma (10e) cónica que tiene una superficie lateral o de revestimiento con múltiples ranuras (11e) y, por lo tanto, está diseñada a modo de lamas. La Figura 12b, por otra parte, muestra un deflector (10f) de material de llenado de varias piezas formado por cerdas rectas que apuntan radial y oblicuamente hacia abajo en la dirección de llenado. Las cerdas se agrupan en su extremo superior mediante un anillo metálico. Los dos deflectores (10e, 10f) de material de llenado se pueden unir al cuerpo del elemento amortiguador de caída a través de sus aperturas (12), por ejemplo, como se muestra en la Figura 10a.

Descripción detallada del invento

a) Definiciones generales

Una estructura de red es "permeable" en el sentido de la invención si las partículas del material de llenado no atraviesan libremente la estructura de red durante el llenado del tubo, sino que entran en contacto con al menos un elemento de red de la estructura de red y, de esta forma, se reduce su velocidad de caída.

Una "estructura de red" en el sentido de la invención es una disposición radial "abierta" o "cerrada" de al menos uno (por ejemplo, un hilo de alambre metálico que se puede conformar en bucles individuales), en particular, al menos dos elementos de red (por ejemplo, bucles, fibras dentadas, fibras curvadas o combinaciones de los mismos) en el elemento amortiguador de caída. Además, una estructura de red según la invención se caracteriza por que elementos de red individuales, en particular, al menos dos, como fibras, fibras dentadas, bucles o hilos o combinaciones de los mismos, en su proyección vertical, es decir, vistos desde arriba desde el o los elementos amortiguadores de caída (o en el dispositivo de llenado que discurre a lo largo del eje longitudinal del tubo) se cruzan o se superponen o están unidos entre sí, en particular, cruzados o superpuestos. Estos cruces o solapamientos se producen, por ejemplo, a más tardar cuando el dispositivo de llenado se inserta en el tubo que se va a llenar. Sin embargo, estos cruces o solapamientos se forman preferiblemente ya antes de introducir el elemento amortiguador de caída en el tubo que se va a llenar. Sin embargo, también pueden formarse solo después de su inserción en el tubo mediante compresión radial de elementos de red individuales (especialmente si se utilizan fibras curvadas como elementos de red). En la disposición "abierta", los elementos están unidos al elemento amortiguador de caída en un lado, es decir, con un extremo (por ejemplo, fibras o fibras dentadas como se describe en el presente documento); en una disposición "cerrada", los elementos de la red están unidos por ambos lados y los elementos individuales también pueden entrelazarse (por ejemplo, bucles). Los elementos de red también están distribuidos radial y longitudinalmente de tal manera que el paso vertical (es decir, longitudinal) de las partículas de material de llenado a través del elemento amortiguador de caída se ve obstaculizado por un contacto único o especialmente múltiple de una partícula de material de llenado con elementos de red individuales, con lo que se frena suavemente su velocidad de caída.

Según la invención, por "elementos de red" se entienden fibras elásticas, fibras continuas, fibras dentadas, bucles o hilos. Mediante una disposición radial y longitudinal adecuada de al menos un elemento de red, en particular, de al menos dos elementos de red, se proporciona una estructura de red según la invención en la que los elementos individuales cooperan entre sí y ejercen un efecto amortiguador sobre las partículas de material de llenado que caen.

"Longitudinal" se refiere a la dirección a lo largo del eje largo, especialmente de un tubo recto que se va a llenar.

Un "diámetro radial máximo" " $d_{m\acute{a}x.}$ " de un elemento amortiguador de caída indica el diámetro más grande que se puede determinar desde una vista superior de un elemento amortiguador de caída en la dirección de su eje longitudinal. Este es preferiblemente menor que el diámetro interior " d_i " del tubo que se va a llenar.

Una "fibra dentada" es sinónimo de un elemento de red irregular. Para ello se configuran en una fibra o en una fibra doble al menos una, pero preferiblemente varias, por ejemplo, de 2 a 20 o de 3 a 10, dobleces dentadas. Las dobleces pueden estar formadas en un plano o distribuidas radialmente alrededor del eje longitudinal de la fibra dentada.

Según la invención, "en forma de paraguas" es un término colectivo para estructuras esencialmente radialmente simétricas con una superficie lateral que se inclina esencialmente uniformemente hacia el exterior; en particular, el término significa estructuras "cónicas", "en forma de pantalla", "en forma de tulipa" o "semiesféricas".

"Cónicas" incluye, en particular, estructuras cónicas o huecas en forma de conos de una superficie de revestimiento (o superficie de revestimiento cónica) de un cono circular rotacionalmente simétrico con líneas superficiales que discurren rectas desde el borde inferior hasta la punta que apunta hacia arriba del cono (en forma de "sombrero chino").

Pero "cónico" también incluye estructuras bulbosas con líneas superficiales bulbosas que no son rectas. Tales elementos en forma de paraguas tienen esencialmente la forma de una superficie de revestimiento de un cono circular con simetría de rotación, con la punta del cono apuntando hacia arriba y las líneas superficiales curvadas, en particular, cóncavas. Por ejemplo, estos elementos en forma de paraguas están diseñados de tal manera que en cada punto de sus líneas superficiales, el ángulo que forma una tangente de la línea superficial con el eje del cono está comprendida entre 10 y 90°, 30 y 85°, es de 40 a 85° o, en particular, de 50° a 80°.

La "zona central" corresponde a la sección central radial de un elemento amortiguador de caída que, en la vista en planta (o proyección vertical), soporta la máxima carga mecánica durante el proceso de llenado y que presenta aproximadamente del 90 al 10 %, preferiblemente del 60 al 15 % o con especial preferencia del 40 al 20 % del diámetro ($d_{m\acute{a}x.}$) radial del elemento (3) amortiguador de caída.

En el presente documento se describen características, parámetros y rangos de los mismos con diversos grados de preferencia (incluyendo características, parámetros y rangos preferidos generales y no explícitos de los mismos). A menos que se especifique lo contrario, cualquier combinación de dos o más de tales características, parámetros y rangos, independientemente de su respectivo nivel de preferencia, queda abarcada por la descripción de esta invención.

b) Formas de realización preferidas

La presente invención se refiere particularmente a las siguientes formas de realización preferidas. En el presente documento se considera que todas las combinaciones de características derivadas de la referencia se describen explícitamente.

La invención se refiere a las siguientes formas de realización especiales, entendiéndose que las características allí mencionadas son una repetición de las características relevantes del texto de las reivindicaciones independientes 1,

11 y 12 o características adicionales del texto de las reivindicaciones subordinadas.

5 Dispositivo (1) para llenar un tubo recto longitudinal con un diámetro interior sustancialmente constante, en particular, con un diámetro interior de más de 50 mm, por ejemplo, de 55 a 300 o de 70 a 300 mm, por ejemplo, con longitudes de tubo de 1 a 20 o, en particular, de 3 a 17 o de 2 a 15 metros, con material de llenado en partículas, como, en particular, partículas catalíticas, que comprende al menos un elemento (3) amortiguador de caída elástico unido a un soporte (2) central e insertable junto con el soporte (2) en el tubo que se va a llenar, pero preferiblemente una pluralidad (por ejemplo, de 2 a 10 o de 3 a 5) de elementos (3) amortiguadores de caída elásticos unidos en serie al soporte (2), caracterizado por que

10 por encima del al menos un elemento (3) amortiguador de caída, en particular, por encima de la estructura de red formada en el al menos un elemento (3) amortiguador de caída, va dispuesto radialmente, en particular, esencialmente radialmente simétrico, un deflector (10) de material de llenado que rodea el soporte (2), cuyo diámetro exterior es menor que el diámetro interior del tubo que se va a llenar, estando preferiblemente la distancia lateral entre el interior del tubo y el deflector de material de llenado (es decir, su borde exterior o su área con diámetro máximo $d_{m\acute{a}x}$) dimensionada para permitir el paso de las partículas del material de llenado.

15 En particular, el al menos un elemento (3) amortiguador de caída lleva una estructura (4) de red elástica que es permeable a las partículas de material de llenado, comprendiendo la estructura (4) de red una pluralidad de elementos (40) de red elásticos, estando el deflector de material de llenado dispuesto sobre la estructura (4) de red.

20 El deflector (10) de material de llenado está configurado preferiblemente en forma de paraguas y protege la zona central de al menos un elemento (3) amortiguador de caída del impacto directo de las partículas de material de llenado durante el proceso de llenado.

En particular, el diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) máximo (en proyección vertical) del elemento (3) amortiguador de caída es mayor que el diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) máximo (en proyección vertical) del deflector (10) de material de llenado. En particular, la relación de diámetro ($d_{m\acute{a}x}$ (elemento amortiguador de caída): $d_{m\acute{a}x}$ (deflector de material de llenado)) está comprendida en el intervalo de 1:0,9 a aproximadamente 1:0,1, preferiblemente de 1:0,6 a 1:0,15 o, con especial preferencia, de 1:0,4 a 1:0,2.

25 La estructura de red comprende preferiblemente un cuerpo (33, 330) central, preferiblemente cilíndrico, que lleva los elementos (400, 401, 402, 404, 405, 406, 408) de red.

En particular, el deflector (10) de material de llenado en su máxima dimensión ($d_{m\acute{a}x}$) radial es más ancho que el cuerpo (33, 330).

30 Para el diseño óptimo de la relación de diámetros del elemento (3) amortiguador de caída y el deflector (10) de material de llenado, hay que tener en cuenta que el deflector (10) de material de llenado protege el área central de un elemento (3) amortiguador de caída que está sometida a la mayor carga mecánica o la zona central de la estructura (4) de red correspondiente y, en particular, la sección interior de los elementos (400, 401, 402, 404, 405, 406, 408) de red individuales a través de la que se unen al cuerpo (33, 330) del elemento amortiguador de caída, del impacto directo de las partículas de material de llenado, pero por otro lado la velocidad de llenado no disminuye significativamente ni hace que el reactor tubular no se obstruya con material de llenado durante el proceso de llenado.

35 En particular, la zona central del elemento (3) amortiguador de caída o de la correspondiente estructura (4) de red está cubierta por el deflector (10) de material de llenado (en proyección vertical/vista superior).

40 La zona central se extiende de forma aproximadamente radialmente simétrica alrededor del eje central vertical del elemento (3) amortiguador de caída. Incluye el cuerpo (33,330) central y la sección interior de la estructura (4) de red y, en particular, la sección interior de los elementos (400, 401, 402, 404, 405, 406, 408) de red individuales. La región central tiene aproximadamente del 90 al 10 %, preferiblemente del 60 al 15 % o, con particular preferencia, del 40 al 20 % del diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) radial del elemento (3) amortiguador de caída, como se muestra con más detalle, por ejemplo, en las figuras adjuntas.

45 Preferiblemente, el deflector (10) de material de llenado se puede mover en el soporte (2), es decir, girar alrededor del eje longitudinal del soporte y/o inclinarse lateralmente.

El deflector (10) de material de llenado presenta preferiblemente una superficie (11) de revestimiento que está inclinada en la dirección de caída del material de llenado, en particular, desde el centro del tubo hacia la pared interior del tubo.

El deflector (10) de material de llenado está realizado preferiblemente en una sola pieza o en varias piezas.

50 El deflector (10) de material de llenado está realizado preferiblemente de una sola pieza, preferiblemente en forma de paraguas, en particular, cónico (por ejemplo, en forma de sombrero chino), en forma de tulipa, semiesférico o esférico, con especial preferencia, cónico (en forma de sombrero chino).

El deflector (10) de material de llenado está configurado preferiblemente en varias piezas y comprende una pluralidad

(por ejemplo, de 3 a 20 o de 4 a 10) de láminas o cerdas, que están dispuestas de forma radialmente simétrica formando una pantalla impermeable al material de llenado.

Preferiblemente, el deflector (10) de material de llenado está montado de manera giratoria e inclinable en un asiento conformado en el soporte (2) y, por lo tanto, está separado de las estructuras (4) de red dispuestas adyacentes.

5 9. El deflector (10) de material de llenado del dispositivo según la invención tiene un diámetro máximo $d_{m\acute{a}x}$ en la proyección vertical que corresponde del 5 al 50 % del diámetro interior del tubo (d_i) a llenar. Preferiblemente, el deflector (10) de material de llenado tiene un diámetro máximo $d_{m\acute{a}x}$ en la proyección vertical equivalente a del 5 al 30 % o preferiblemente del 5 al 20 %, por ejemplo, en particular, del 7 al 20 %, por ejemplo, del 7 al 15 % del diámetro (d_i) interior de tubo del tubo que se va a llenar.

10 Al mismo tiempo, el deflector (10) de material de llenado es en su máxima dimensión ($d_{m\acute{a}x}$) radial más ancho que el cuerpo (33, 330).

Preferiblemente, el deflector (10) de material de llenado tiene un diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) radial en su punto más ancho que es aproximadamente del 5 al 60 %, del 5 al 50 % o del 5 al 30 % o preferiblemente del 5 al 20 %, por ejemplo, en particular, del 7 al 20 %, por ejemplo, del 7 al 15 % del diámetro (d_i) interior de tubo del tubo que se va a llenar.

15 Al mismo tiempo, el deflector (10) de material de llenado es en su máxima dimensión ($d_{m\acute{a}x}$) radial más ancho que el cuerpo (33, 330).

El deflector (10) de material de llenado presenta preferiblemente una altura ($h_{m\acute{a}x}$) en el centro que es aproximadamente del 2 al 60 % o preferiblemente del 5 al 20 % o, por ejemplo, del 10 al 30 % o del 10 al 20 % del diámetro (d_i) interior de tubo del tubo que se va a llenar.

20 Al mismo tiempo, el deflector (10) de material de llenado es en su máxima dimensión ($d_{m\acute{a}x}$) radial más ancho que el cuerpo (33, 330).

El deflector (10) de material de llenado está diseñado preferiblemente de tal manera que presenta una relación $d_{m\acute{a}x}:h_{m\acute{a}x}$ en el rango de 1:0,1 a 1:5, por ejemplo, de 1:0,5 a 1:2.

25 Por ejemplo, un deflector (10) de material de llenado según la invención puede estar diseñado de tal manera que presente un cuerpo hueco cónico y con simetría de rotación. Por ejemplo, el deflector (10) de material de llenado puede tener un diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) en el intervalo de 15 a 50 mm, en particular, de 15 a 35 mm, preferiblemente de 20 a 30 mm, y una altura ($h_{m\acute{a}x}$) de 3 a 30 mm, en particular, de 5 a 15 mm o preferiblemente de 5 a 10 mm.

Preferiblemente, el deflector (10) de material de llenado está diseñado de modo que su diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial es mayor que el diámetro radial del cuerpo (33, 330) central, preferiblemente cilíndrico.

30 El cuerpo puede tener, por ejemplo, un diámetro radial de 5 a 30 mm, en particular, de 8 a 20 mm o preferiblemente de 10 a 15 mm. Al mismo tiempo, el deflector (10) de material de llenado es en su máxima dimensión ($d_{m\acute{a}x}$) radial más ancho que el cuerpo (33, 330).

35 14. La estructura (4) de red del dispositivo según la invención tiene un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial máximo que corresponde al diámetro d_i interior del tubo ± 20 %. La estructura (4) de red tiene preferiblemente un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial máximo que corresponde al diámetro interior del tubo $d_i \pm 15$, ± 10 o ± 5 %.

Preferiblemente, la estructura (4) de red está formada por al menos dos elementos (40) de red elásticos, que se superponen al menos una vez en su proyección vertical.

La estructura (4) de red está diseñada preferiblemente de forma asimétrica en su proyección vertical.

La estructura (4) de red es preferiblemente asimétrica en su proyección lateral.

40 Los elementos (40) de red están preferiblemente distribuidos radial y longitudinalmente por el elemento (3) amortiguador de caída.

Los elementos (40) de red están fijados preferiblemente al elemento (3) amortiguador de caída, en particular, mediante articulaciones (407) de resorte.

45 Los elementos (40) de red están configurados preferiblemente como bucles (401), cuyos ambos extremos están unidos al elemento (3) amortiguador de caída.

Los elementos (40) de red están diseñados preferiblemente como fibras (400) curvadas radialmente con un extremo libre y otro unido al elemento (3) amortiguador de caída.

Las fibras (400) de un elemento (3) amortiguador de caída tienen preferiblemente radios de curvatura iguales o diferentes.

Preferiblemente, las fibras (400) de un elemento (3) amortiguador de caída unido al elemento (3) amortiguador de caída están inclinadas en y/o en contra de la dirección de caída del material de llenado.

Preferiblemente, la longitud de la fibra (400) es mayor que el radio del tubo.

5 Preferiblemente, las fibras (400) del elemento (3) amortiguador de caída, en particular, en su proyección vertical, es decir, cuando se mira el elemento (3) amortiguador de caída desde arriba, tienen una dirección de curvatura similar u opuesta.

La estructura (4) de red está fabricada preferiblemente en acero inoxidable (alambre de acero).

El dispositivo comprende preferiblemente de uno a cinco elementos (3) amortiguadores de caída por unidad de longitud (en particular por metro).

10 El elemento amortiguador de caída tiene preferiblemente una longitud de 5 a 20 centímetros y lleva de 0,5 a 5 elementos de red (4) por centímetro.

El soporte (2) comprende preferiblemente elementos (8) de resorte o está formado por varios elementos (8) de resorte.

El elemento (8) de resorte una preferiblemente de forma elástica dos elementos (3) amortiguadores de caída adyacentes.

El soporte (2) se combina preferiblemente con un dispositivo (5) de control óptico.

15 Preferiblemente, el dispositivo (5) de control óptico está conectado en el extremo distal a una lente/detector (51) y opcionalmente a una fuente (52) de luz y en el extremo proximal a un monitor (53).

El dispositivo de vigilancia comprende preferiblemente un conductor (50) de luz flexible.

Preferiblemente, el conductor (50) de luz es también el soporte (2) de los elementos (3) amortiguadores de caída.

La lente (51) está dispuesta preferiblemente debajo del elemento (3) amortiguador de caída más bajo del dispositivo (1).

20 Además, la invención se refiere al uso según el texto de la reivindicación independiente 11.

En particular, el reactor tubular tiene un diámetro interior de 70 a 300 mm.

La invención se refiere además a un método según el texto de la reivindicación independiente 12.

Preferiblemente, el método se caracteriza por que el dispositivo se retira del tubo de forma continua o gradual.

25 El procedimiento se caracteriza preferiblemente por que el proceso de llenado se interrumpe si el llenado se ha realizado de manera desigual.

30 Además, en el presente documento se describe un dispositivo (5) de control óptico que no está relacionado con el objeto de la presente invención, que comprende un conductor (50) de luz óptica, en cuya entrada presenta una lente (51) óptica convergente, opcionalmente junto con una fuente (52) de luz, y en su salida está conectada a un receptor (53), teniendo además el dispositivo (5) elementos (3) amortiguadores de caída como se define en una de las formas de realización 1 a 29.

La enseñanza técnica de la presente invención se basa en que en EP-B-1 749 568 describe un dispositivo para llenar un reactor tubular con un diámetro de tubo interior en el intervalo de 70 a 300 mm con material de llenado en partículas.

Además, se prefieren especialmente dispositivos según una de las formas de realización anteriores, con un deflector (10) de material de llenado que está diseñado como se muestra en una de las Figuras 10a, 10b, 11a a 11d, 12a o 12b.

35 *c) Otras configuraciones de la invención*

Si no se proporciona otra información, la siguiente información sirve para refinar aún más las formas de realización ya descritas anteriormente.

40 El objeto de la invención es un dispositivo para llenar, preferiblemente verticalmente, un tubo con material de llenado en partículas, que comprende al menos un elemento amortiguador de caída que está unido a un soporte longitudinal y se puede insertar en el tubo que se va a llenar junto con el soporte alargado, caracterizado por que el elemento amortiguador de caída lleva una estructura de red permeable a las partículas de material de llenado, flexible, en particular, irregular, que está formada por una pluralidad de elementos de red, preferiblemente curvados, como, por ejemplo, fibras, bucles, fibras dentadas, solapándose preferiblemente al menos dos elementos de red de un mismo elemento amortiguador de caída o dos elementos amortiguadores de caída, preferiblemente adyacentes, se solapan al
45 menos una vez en su proyección vertical y habiendo asignado preferiblemente encima de cada elemento amortiguador de caída un deflector de material de llenado como el descrito anteriormente. En particular, cada elemento amortiguador de caída y el deflector de material de llenado asociado son dos componentes independientes del dispositivo.

Los deflectores de material de llenado aquí descritos pueden estar fabricados de diferentes materiales, como, por ejemplo, plástico, material compuesto de plástico, plástico reforzado con fibras o, preferiblemente, metal, como, por ejemplo, chapa de acero o chapa de acero para muelles. Normalmente, el espesor de pared de dicho material está comprendida en el intervalo de 0,5 a 5 mm, por ejemplo, de 1 a 2 mm, pero preferiblemente de 0,5 a 1,5 mm.

5 En particular, la estructura de red según la invención (red tridimensional) está diseñada de tal manera que antes de introducirse en el tubo presenta un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial máximo que es aproximadamente el diámetro d_i interior del tubo $\pm 20\%$. Por ejemplo, $d_{m\acute{a}x} = d_i + 15\%$ a $d_i - 15\%$, o $d_i + 5\%$ a $d_i - 5\%$. La mayoría de las veces, $d_{m\acute{a}x} = d_i + 2\%$ a $d_i - 5\%$ o $d_i \pm 0\%$ a $d_i - 2\%$. La estructura de red según la invención (red tridimensional) está configurada
10 preferiblemente de tal manera que presenta un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial máximo (incluso antes de su inserción en el tubo y también en el tubo) que es más pequeño que el diámetro interior del tubo, por ejemplo, $d_i - 20\%$. Por ejemplo, puede ser $d_{m\acute{a}x} = d_i - 15\%$ o $d_i - 5\%$. La mayoría de las veces es $d_{m\acute{a}x} = d_i - 5\%$ o $d_i - 2\%$. El diámetro d_i interior de tubo típico de tubos que pueden llenarse según la invención está comprendida en el intervalo de más de 50 mm, como de 70 a 300 mm o de 100 a 200 mm.

15 En otra configuración de la invención, la estructura de red está formada por una pluralidad de elementos de red, en particular, al menos 2, preferiblemente de resorte y, en particular, curvados.

La fijación de los distintos elementos de la red al elemento amortiguador de caída se puede realizar de cualquier manera, aunque preferiblemente debería garantizarse la sustitución de los elementos defectuosos. Los elementos individuales se pueden soldar o pegar al cuerpo del elemento amortiguador de caída. Ventajosamente también pueden estar previstas en el cuerpo hendiduras en donde se fijan los elementos. Para mejorar aún más la flexibilidad de los
20 elementos individuales, estos pueden presentar uniones elásticas, por ejemplo, fabricadas mediante torsión en espiral de un extremo de un elemento de red de fibra, y unirse mediante dichas uniones elásticas con el cuerpo del elemento amortiguador de caída, por ejemplo, por adhesivado.

El número de elementos de red por elemento amortiguador de caída también puede variar en un amplio rango. Sin embargo, se elige de modo que se impida que las partículas de material de llenado pasen libremente a través del
25 elemento amortiguador de caída. Dependiendo del tamaño de las partículas de llenado, mediante algunas pruebas preliminares se puede determinar el número adecuado de elementos de red.

Disponiendo irregularmente los elementos de red se puede mejorar aún más el efecto de absorción de caídas de la estructura de red. La estructura de red es asimétrica en su proyección vertical, es decir, en la vista superior.

Además, la estructura de red también puede ser asimétrica en su proyección lateral, es decir en su vista lateral.

30 Los elementos de red están dispuestos, en particular, radial y longitudinalmente (d, axialmente y en dirección longitudinal) distribuidos sobre el elemento amortiguador de caída, en particular, fijados allí de forma liberable, de modo que se facilita la sustitución de elementos individuales en caso de defecto.

Para formar una estructura de red según la invención, los elementos de red pueden tener presentar diferentes formas. Los elementos de red pueden estar configurados, por ejemplo, como bucles, cuyos dos extremos están unidos de
35 forma liberable al elemento amortiguador de caída. Dentro de una estructura de red, los bucles individuales, como al menos dos bucles adyacentes, pueden entrelazarse entre sí.

Según otra forma de realización del dispositivo según la invención, los elementos de red pueden estar configurados como fibras elásticas curvadas radialmente o como fibras dentadas con un extremo libre y un extremo fijado al
40 elemento amortiguador de caída. Las fibras de un elemento amortiguador de caída individual pueden tener radios de curvatura o ángulos dentados iguales o diferentes.

Los elementos de red unidos al elemento amortiguador de caída, como, en particular, fibras, fibras dentadas o bucles, pueden estar orientados verticalmente respecto al soporte o inclinados en y/o en contra de la dirección de caída del material de llenado.

45 Un elemento amortiguador de caída también puede contener elementos de red (fibras, fibras dentadas, bucles, hilos) de varios tipos en cualquier combinación.

Las fibras, fibras dentadas o bucles de una estructura de red pueden tener longitudes iguales o diferentes.

Por ejemplo, las fibras individuales de un elemento amortiguador de caída, en particular, la mayoría de ellas, es decir más del 50 %, como el 60, 70, 80, 90 o 100 %, tienen una longitud que es mayor que el radio del tubo interior. Por
50 ejemplo, su longitud puede ser del 1 al 100 %, del 5 al 90 %, del 10 al 80 %, del 20 al 70 % o del 30 al 50 % mayor que el radio interior del tubo.

Por ejemplo, los bucles individuales o las fibras dentadas de un elemento amortiguador de caída, en particular, una minoría de ellos, es decir menos del 50 %, como el 40, 30, 20 o 1 a 10 %, tienen una longitud del eje principal que es mayor que el radio del tubo interior. Por ejemplo, su longitud puede ser del 1 al 50 %, o del 2 al 10 % o del 3 al 5 % mayor que el radio interior del tubo. Sin embargo, se prefiere que ninguno de los bucles o fibras dentadas de un

elemento amortiguador de caída tenga una longitud del eje principal que sea mayor que el radio del tubo interior.

El resto de los elementos de red (como fibras, fibras dentadas y bucles), preferiblemente la totalidad de los elementos de red, tiene una longitud, o longitud del eje principal, que corresponde al radio interior del tubo o que es menor que ella en un 1 a un 50 %, por ejemplo, del 2 al 20 % o del 5 al 10 %.

- 5 Un experto puede determinar fácilmente el diseño más adecuado. Por un lado, garantiza que no se dificulte innecesariamente la inserción del dispositivo en el tubo y, por otro lado, que se pueda aprovechar de forma óptima el efecto de amortiguación de caída.

También se puede conseguir una inserción más sencilla del dispositivo en el tubo y un ajuste del soporte, por ejemplo, colocando un peso adecuado en el extremo inferior del soporte que tire del soporte hacia abajo dentro del tubo.

- 10 Además, existe la posibilidad de que las fibras del elemento amortiguador de caída presenten una dirección de curvatura igual u opuesta, uniéndose entre sí en el caso de direcciones de curvatura opuestas.

Además, las fibras dentadas utilizadas pueden estar dentadas en toda su longitud o solo en una sección parcial.

La estructura de red según la invención se puede fabricar a partir de diversos materiales elásticos adecuados, como, por ejemplo, plástico o acero. El acero inoxidable es especialmente adecuado.

- 15 El número de elementos de red por elemento amortiguador de caída, así como la geometría de los elementos de red, como longitud, curvatura y diámetro de las fibras o bucles, dependiendo del tamaño, peso y velocidad de caída de las partículas de material de llenado, pueden adaptarse a los requerimientos del tubo de llenado a realizar. Por ejemplo, un elemento amortiguador de caída comprende de 1 a 100, por ejemplo, de 3 a 50 o de 5 a 20, en particular, de 6 a 12 o de 4 a 8 elementos de red.

- 20 Por ejemplo, los elementos de red (por ejemplo, el alambre de acero utilizado para la producción) pueden tener un diámetro (grosor) de 0,3 a 1,5 mm, en particular, de 0,4 a 0,8 o de 0,5 a 0,6 mm. El diámetro puede permanecer igual o variar a lo largo de toda la longitud (por ejemplo, del bucle o de la fibra dentada). Los elementos amortiguadores de caída individuales pueden presentar, por ejemplo, un diámetro mayor en dirección hacia el soporte y, por tanto, una mayor estabilidad y una menor elasticidad que en la zona de los extremos distales.

- 25 Por ejemplo, por unidad de longitud del elemento amortiguador de caída en centímetros se pueden disponer de 0,5 a 5 elementos de red, como, por ejemplo, 1, 2, 3, 4 elementos de red. Gracias a esta disposición suelta de los elementos de red elásticos, a diferencia de los dispositivos utilizados según el estado de la técnica con un revestimiento denso, similar a un cepillo, de cerdas relativamente rígidas, se reduce o previene eficazmente el riesgo de acumulación de partículas y, por tanto, de una obstrucción no deseada del tubo durante el proceso de llenado. Esto significa que cuando se utiliza el dispositivo según la invención, la velocidad de llenado se puede aumentar significativamente en comparación con el estado de la técnica.

- 30 El número y el diseño de los elementos de la red se pueden seleccionar de modo que la velocidad de vertido o el rendimiento de llenado mejoren significativamente en comparación con los cepillos convencionales en condiciones estándares. Un tubo vertical, como un tubo reformador, por ejemplo, con un diámetro interior de 100 mm y que utiliza partículas catalíticas con un peso de aproximadamente 2 a 4 g y un diámetro de aproximadamente 15 a 20 mm, como 2 g/16,1 mm o 4 g/19,6 mm, según la invención con una velocidad de 0,5 a 1,5, en particular, de 0,5 a 1,3, o de 0,8 a 1,2 o de 0,9 a 1,1 minutos/metro de tubo se pueden llenar sin problemas y sin dañar las partículas. Con cepillos convencionales y en idénticas condiciones se pueden alcanzar velocidades máximas de llenado de solo 1,36 a 1,81 minutos/metro.

- 40 Un dispositivo de llenado según la invención puede estar equipado con un número variable de elementos amortiguadores de caída según sea necesario. Por ejemplo, un dispositivo según la invención puede llevar 1 a 5, como 2, 3 o 4, elementos amortiguadores de caída por unidad de longitud, por ejemplo, por metro. El número total de elementos puede estar comprendido, por ejemplo, en el intervalo de 1 a 50 o de 1 a 20, por ejemplo, de 2 a 15 o de 5 a 10, por dispositivo. El dispositivo puede tener una estructura modular especialmente ventajosa, ya que en caso de defecto o desgaste se pueden sustituir elementos individuales. Por ejemplo, los elementos individuales de amortiguación de caída pueden conectarse (por ejemplo, atornillarse) alternativamente a cables de acero.

- 45 Cada elemento amortiguador de caída individual puede tener una longitud de 5 a 20, por ejemplo, de 8 a 12 centímetros y llevar de 0,5 a 5, por ejemplo, 2, 3 o 4, elementos de red, en particular, bucles, fibras dentadas o fibras, por centímetro.

- 50 Como se explica más adelante, un elemento amortiguador de caída también puede comprender solo un único elemento de red en forma de hilo que está conectado de manera desmontable al elemento amortiguador de caída varias veces para formar bucles a lo largo del elemento amortiguador de caída.

Según la invención también puede ser conveniente que los elementos individuales de amortiguación de caída presenten también una estructura modular, de modo que, en caso necesario, los elementos individuales de la red

puedan sustituirse rápidamente. Esto se consigue, por ejemplo, tanto en cuanto el elemento amortiguador de caída está compuesto por una serie, por ejemplo, de 2 a 10, de segmentos atornillables entre sí, como, por ejemplo, manguitos o tuercas con rosca interior. Los elementos de red, como fibras elásticas, fibras dentadas o bucles, pueden insertarse entonces entre dos de dichos segmentos utilizando ojales formados en la fibra, fibra dentada, bucle o hilo, alineados radialmente y fijados atornillando los segmentos.

5 El soporte del dispositivo de llenado según la invención está diseñado de forma flexible y puede ser, por ejemplo, un cordón, una cinta o un cable. Generalmente, el cuerpo flexible está fabricado con fibras trenzadas, naturales o sintéticas o metálicas. Ejemplos de ello son cables de metal, como acero o nailon. Se prefieren especialmente los cables de acero inoxidable.

10 El soporte puede tener diferentes secciones transversales, pero preferiblemente presenta una sección transversal circular. Los diámetros típicos están comprendidos en el intervalo de aproximadamente 2 a 10 mm, por ejemplo, de 3 a 8 o de 3,5 a 6 mm.

15 Otra forma de realización preferida del dispositivo está diseñada de tal manera que el propio soporte comprende elementos de resorte o está formado por varios elementos de resorte. Estos elementos de resorte pueden ser, por ejemplo, muelles helicoidales de metal, como, por ejemplo, acero, que unen de forma elástica dos elementos amortiguadores de caída contiguos. Esto permite realizar el proceso de llenado de forma aún más cuidadosa. Los elementos de resorte individuales se pueden adaptar a las respectivas necesidades en cuanto a geometría y fuerza elástica. Se ofrece especial protección para las partículas más grandes o más pesadas.

20 En otra configuración, el dispositivo puede comprender varios elementos amortiguadores de caída dispuestos en serie, como, por ejemplo, de 2 a 5, que están conectados con medios de conexión elásticos, por ejemplo, elementos de resorte en espiral, y al mismo tiempo un soporte flexible, como, por ejemplo, un alambre de acero, atraviesa el centro de los elementos de resorte y los elementos amortiguadores de caída. Sobre el soporte flexible está fijado el elemento amortiguador de caída proximal, es decir el último insertado en el tubo, o un anclaje que no está configurado como elemento amortiguador de caída, mientras que los elementos amortiguadores de caída y de resorte contiguos
25 dispuestos por debajo se pueden mover elásticamente en paralelo al soporte. El soporte central flexible aporta estabilidad adicional al dispositivo.

30 En otra forma de realización preferida de la invención, el dispositivo de llenado, en particular, su soporte, está combinado con un dispositivo de control óptico o acústico. Esto permite controlar y, en caso necesario, documentar el proceso de llenado, así como ajustar una distancia mínima esencialmente constante desde el elemento amortiguador de caída distal inferior hasta el relleno y, con ello, ajustar una altura de caída libre deseada de las partículas de material de llenado.

35 Los dispositivos de control óptico adecuados están equipados con una lente óptica o un detector y, si es necesario, una fuente de luz o una fuente de sonido en el extremo distal, que se inserta en el tubo que se va a llenar, y están conectados a un monitor u otro dispositivo de control en el extremo proximal. Además, los dispositivos de control adecuados pueden incluir medios para registrar el curso del llenado del tubo. Estos dispositivos de vigilancia también incluyen un conductor de señal flexible, como, por ejemplo, un conductor de luz, que también puede funcionar como soporte para elementos amortiguadores de caída. En particular, en lugar del soporte central, en la configuración descrita anteriormente del dispositivo según la invención, también se puede utilizar el conductor con una pluralidad de elementos de amortiguación de caída y de resorte fijados de forma liberable.

40 La lente o el detector del dispositivo de vigilancia está dispuesto preferiblemente debajo del elemento de amortiguación de caída más bajo del dispositivo, de modo que sea posible un seguimiento sin obstáculos y, en caso necesario, un registro del proceso de llenado.

45 En el mercado hay disponibles dispositivos de control óptico adecuados que constan de una cámara, un conductor de luz (carrete) y una unidad de grabación, como los que se utilizan para la inspección de tubos, y pueden equiparse con uno o más elementos amortiguadores de caída como se ha descrito anteriormente para cubrir las necesidades de la presente invención. Por ejemplo, la empresa Kummert Inspektionssysteme e.K., Gerolzhofen, Alemania, vende dispositivos de control adecuados en diferentes versiones (como cámara K-35, diámetro del cabezal de cámara 35 mm; carrete H-S 30, diámetro 6 mm). Estos dispositivos incluyen un sensor CCD en color como cámara y LED dispuestos en el cabezal de la cámara como fuente de luz. El conductor de luz está formado por cables de fibra óptica recubiertos de plástico con un diámetro exterior de aproximadamente 5 a 8 milímetros, a los que se pueden fijar los
50 elementos amortiguadores de caída según la invención de la manera descrita anteriormente.

55 Además, un dispositivo según la invención puede incluir medios auxiliares de llenado en forma de embudo. Estos se pueden colocar sobre el tubo que se va a llenar. Entre los medios auxiliares de llenado adecuados se incluye, por ejemplo, un manguito de tubo cuyo diámetro exterior corresponde al diámetro interior del tubo que se va a llenar. En el lado por donde se vierte el material de llenado se puede colocar un embudo de llenado y, desde allí, llega al tubo que se va a llenar a través del manguito para tubo. Además, en el fondo del embudo puede haber previsto un medio auxiliar de transporte, como, por ejemplo, un transporte de tornillo o una rueda transportadora, que transporta una cantidad constante del material de llenado al tubo.

Otro objeto de la invención se refiere al uso de un dispositivo de llenado según la descripción anterior para llenar un reactor tubular con partículas catalíticas.

El dispositivo según la invención es adecuado para llenar diferentes tipos de reactores tubulares. En particular cabe mencionar, por ejemplo, los reformadores.

5 El dispositivo según la invención también es adecuado para llenar reactores tubulares con las más diversas partículas catalíticas. Esto permite procesar de forma especialmente cuidadosa las partículas catalíticas sólidas o los catalizadores soportados, los llamados catalizadores de cáscara. Las partículas pueden presentar diversas formas geométricas, como, por ejemplo, esferas, anillos, cilindros, cilindros huecos, cubos o paralelepípedos. Normalmente, el peso de las partículas está comprendido en el intervalo de aproximadamente 1 a 10, en particular, de 2 a 4 gramos.

10 En particular, los dispositivos según la invención son adecuados para llenar reactores tubulares con un diámetro interior superior a 50 mm, como, por ejemplo, de 70 a 300 mm.

15 La invención se refiere además a un método para llenar un tubo dispuesto preferiblemente verticalmente con material en partículas, caracterizado por que el dispositivo según la definición anterior se inserta sobre el extremo superior del tubo hasta tal punto que el elemento amortiguador de caída más bajo no toque la base del tubo y por que el dispositivo se retira del tubo en contra de la dirección de caída de las partículas durante el llenado. El dispositivo se puede retirar del tubo de forma continua o gradual.

20 Para facilitar la inserción del dispositivo en el tubo, puede ser aconsejable prever un peso de tracción de acero o caucho duro en el soporte por el extremo inferior, es decir, debajo del elemento amortiguador de caída que se insertó primero. Este puede ser, por ejemplo, cilíndrico y tener una relación entre diámetro y longitud de aproximadamente 2:4 a 1:10, como, por ejemplo, una longitud de 100 mm y un diámetro de 20 a 25 mm. El peso puede oscilar, por ejemplo, entre 50 y 500 gramos o entre 100 y 250 gramos.

Si, por ejemplo, se controla visualmente la cortina de llenado, esta puede interrumpirse si el tubo se llena con material de llenado de manera irregular.

25 En otra configuración del método según la invención, es posible eliminar la abrasión de polvo de las partículas catalíticas del tubo soplando aire. Para ello, simultáneamente con el dispositivo de llenado también se puede introducir un conducto de aire comprimido que sopla aire sobre el lecho de partículas. Los componentes en forma de polvo se arremolinan y se expulsan del tubo con el flujo de aire en dirección opuesta a la de llenado. Los expertos en la materia conocen dispositivos adecuados para introducir aire y, en caso necesario, aspirar polvo.

30 Un último objeto de la invención se refiere a un dispositivo de llenado con un dispositivo de control óptico, que comprende un conductor de luz óptica, en cuya entrada hay dispuesta opcionalmente una lente óptica convergente junto con una fuente de luz, y cuya salida está conectada a un receptor, presentando adicionalmente el dispositivo al menos un elemento amortiguador de caída según la definición anterior.

A continuación, se describe la presente invención con más detalle con referencia a las figuras adjuntas que muestran formas de realización específicas no limitadoras:

35 *d) Formas de realización ejemplares*

La Figura 1 muestra un dispositivo (1) de llenado según la invención durante el llenado de un tubo (6) con partículas (P) de material de llenado que se apilan sobre la base (61) del tubo. En particular, el dispositivo (1) comprende tres elementos (3) amortiguadores de caída según la invención que están unidos a un soporte (2), como, por ejemplo, un alambre de acero flexible con un diámetro de 2 a 8 mm, por ejemplo, de 3,5 a 6 mm. Cada elemento (3) amortiguador de caída presenta una pluralidad de elementos (40) de red curvados dispuestos irregularmente que forman la estructura (4) de red. Al soporte (2) se fija encima de cada elemento (3) amortiguador de caída un deflector (10) de material de llenado en forma de sombrero o paraguas y está diseñado de tal forma que protege la zona central de la red (4) formada por los elementos (40) de red del impacto directo de las partículas (P) de material de llenado. El dispositivo (1) de llenado comprende además un medio (7) auxiliar de llenado insertado en el extremo superior abierto del tubo (6), que consta de un manguito (70) de tubo, un collar o brida (73) circunferencial que sirve como tope o soporte y un embudo (71) conectado por encima del collar (73) al manguito (70) de tubo a través de una línea (74) de suministro con un medio (72) auxiliar de transporte en forma de tornillo. En una modificación de este dispositivo, el soporte (2) se puede sustituir por un conductor de señales también descrito aquí, como, por ejemplo, un conductor (50) de luz de un dispositivo de control óptico sobre el que van fijados de forma liberable elementos individuales de amortiguación de caída, como, por ejemplo, las dos mitades del cuerpo (360,361) aquí descritas que se pueden atornillar entre sí (véase, por ejemplo, la Figura 8).

La Figura 2 muestra la vista lateral de un elemento (3) amortiguador de caída según la invención mostrado tumbado. El elemento (3) amortiguador de caída comprende dos cáncamos (30, 30a) para sujetar el elemento (3) amortiguador de caída al soporte (2). Los cáncamos comprenden un cuello (32) roscado (no mostrado en la Figura 2) con un collar (31) circunferencial que sirve de tope. El cuerpo (33) del elemento (3) amortiguador de caída comprende tres segmentos, que constan de dos manguitos (34) laterales empujados sobre el cuello (32) roscado de los tornillos (30)

5 hasta su tope (31) y un manguito (35) de acoplamiento central con una rosca interior. Los manguitos (34) y el manguito (35) de acoplamiento presentan aproximadamente el mismo diámetro exterior. El cuello (32) roscado de los tornillos (30, 30a) es más largo que el manguito (34), de modo que la rosca exterior del cuello (32) roscado puede engranar en la rosca interior del manguito (35) de acoplamiento. El manguito (35) de acoplamiento se utiliza para atornillar los dos cáncamos (30). Fibras radialmente curvadas (400) de la estructura (4) de red se insertan entre el tope (31) y el manguito (34) y entre el manguito (34) y el acoplamiento (35), y se pueden fijar tras alinearse radialmente atornillando los dos cáncamos (30) al acoplamiento (35). Varios de estos elementos amortiguadores de caída se pueden conectar en serie mediante cables de acero con ayuda de abrazaderas para cables convencionales. Los elementos (34, 35) individuales se presionan entre sí a través de los topes (31) de los dos cáncamos. El cáncamo (30a) superior (izquierdo en la figura) presenta en el espacio formado por los dos topes (31, 31a) un deflector (10) de material de llenado en forma de paraguas según la invención (que solo se muestra esquemáticamente) que se mueve alrededor del eje longitudinal del cáncamo (30a) (girándose o inclinándose) y, por lo tanto, no representa una barrera rígida para las partículas de material de llenado que impactan sobre él. La dimensión radial máxima del deflector (10) de material de llenado es más ancha que la dimensión radial del cuerpo (33). En una modificación que no se muestra del elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 2, los manguitos (34) se pueden sustituir por una pluralidad, como, por ejemplo, de 2 a 5, tuercas que se pueden atornillar a los cáncamos, como las tuercas hexagonales con rosca interior disponibles en comercio. Por cada cáncamo se pueden atornillar tantas tuercas como sea posible, siempre que se siga garantizando un atornillado seguro al acoplamiento (35) central. De este modo se pueden atornillar firmemente las fibras curvadas radialmente entre dos tuercas contiguas.

20 La Figura 3 muestra una vista superior de un elemento (3) amortiguador de caída según la invención correspondiente a la Figura 2 con fibras dispuestas radialmente (400) de diferentes longitudes y curvadas en la misma dirección pero en diferentes grados, que conforman una estructura (4) de red abierta asimétrica cuyo diámetro radial máximo d es el diámetro d_i interior del tubo (6) que se va a llenar (indicado con un círculo). Las fibras (400) están distribuidas radialmente y dispuestas de forma irregular sobre el cuerpo (33) del elemento (3) amortiguador de caída. Se representa esquemáticamente la disposición esencialmente central del deflector (10) de material de llenado, que presenta forma circular visto desde arriba. La dimensión radial máxima del deflector (10) de material de llenado es más ancha que la dimensión radial del cuerpo (33).

30 La Figura 4 muestra una vista en planta de una configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 2 con fibras (400) dispuestas radialmente en el cuerpo (33) y curvadas en diferentes direcciones y en diferentes grados que conforman una estructura (4) de red abierta asimétrica. Se representa esquemáticamente la disposición esencialmente central del deflector (10) de material de llenado, que presenta forma circular visto desde arriba. La dimensión radial máxima del deflector (10) de material de llenado es más ancha que la dimensión radial del cuerpo (33).

35 La Figura 5a muestra una vista superior de otra configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 2 con bucles (402) de diferentes longitudes dispuestos radialmente en el cuerpo (33) que conforman una estructura (4) de red cerrada asimétrica. La Figura 5b muestra una vista superior de otra configuración alternativa de un elemento (3) amortiguador de caída de la Figura 5a, que está formado por un hilo (404) elástico de una sola pieza que conforma segmentos en forma de bucle al estar unidos por secciones al cuerpo (33), por ejemplo, por los ojales formados por hilo. También en este caso se conforma una estructura (4) de red cerrada asimétrica. En cada caso se representa esquemáticamente la disposición esencialmente central del deflector (10) de material de llenado, que presenta forma circular visto desde arriba. La dimensión radial máxima del deflector (10) de material de llenado es más ancha que la dimensión radial del cuerpo (33).

45 La Figura 6 muestra varias configuraciones de elementos (40) de red según la invención, concretamente a) como fibras individuales (400) curvadas radialmente, b) como fibras (401) dobles en forma de S curvadas radialmente; c) como un bucle (402). Cada uno de estos elementos de red está conformado en una sola pieza y forma un ojal (403) central que se utiliza para sujetarlo al elemento (3) amortiguador de caída. El cuello (32) roscado del cáncamo (30) (véase la Figura 2) pasa preferiblemente a través del ojal (403) y el elemento de red se fija de la manera descrita anteriormente. Las Figuras 6 d), e) y f) muestran elementos de red que se pueden unir al elemento amortiguador de caída mediante articulaciones (407) de resorte, a saber, d) una fibra (405), e) un bucle (406) con dos juntas de resorte en los extremos y f) una fibra (408) dentada.

55 La Figura 7 muestra una representación esquemática de otra configuración de un dispositivo (1a) de llenado insertado en un tubo (6), que comprende, además del medio (7) auxiliar de llenado ya descrito anteriormente, un conductor (50) de luz flexible que sirve como soporte y va conectado fuera del tubo (6) con un monitor (53) y en el extremo opuesto ubicado en el tubo (6) está equipado con una fuente (52) de luz y una lente (51). El dispositivo comprende tres elementos (3a) amortiguadores de caída que están conectados elásticamente entre sí mediante resortes (8) en espiral. Sobre cada elemento (3a) amortiguador de caída se diseña un deflector (10) de material de llenado en forma de sombrero o paraguas de tal forma que protege la zona central de la red (4) formada por los elementos (40) de red del impacto directo de las partículas (P) de material de llenado. El deflector (10) de material de llenado encierra el extremo superior del elemento (3a) amortiguador de caída. Por ejemplo, el deflector (10) de material de llenado puede estar conectado positivamente al extremo superior del elemento (3a) amortiguador de caída, o puede insertarse de manera móvil (giratoria y/o inclinar en) en un rebaje circunferencial (que no se muestra) conformado allí. El elemento (3a) amortiguador de caída superior está conectado a un anclaje (9) unido a un conductor de luz y asegurado con la ayuda de otro resorte (8) en

espiral. Los elementos (3a) amortiguadores de caída están diseñados de tal manera que tienen un orificio central cuyo diámetro interior es mayor que el diámetro exterior del conductor (50) de luz. Esto permite que los elementos (3a) amortiguadores de caída (incluido el deflector (10) de material de llenado asociado) se muevan elásticamente hacia arriba y hacia abajo paralelos al conductor (50) de luz dentro del tubo (6) durante el proceso de llenado.

5 La Figura 8 muestra otra configuración de elementos amortiguadores de caída según la invención. Los elementos de red, en este caso bucles (406) con articulaciones (407) de resorte, están sostenidos por un cuerpo metálico de dos piezas en forma de manguito, que consta de dos mitades (360, 361) del cuerpo que se pueden atornillar entre sí. Las articulaciones de resorte se insertan en hendiduras (362) laterales distribuidas radialmente a lo largo del perímetro de las mitades del cuerpo y se fijan allí, por ejemplo, mediante adhesivado. El radio interior del cuerpo en forma de manguito está adaptado al diámetro del soporte, en este caso, el conductor (50) de luz, como un conductor de luz de un dispositivo de control óptico que se muestra en la Figura 7, de modo que cuando se atornillan las dos mitades del cuerpo juntas, el cuerpo se fija en unión positiva al conductor (50) de luz. La Figura 8a) muestra la vista en perspectiva de la disposición antes de que las dos mitades (360, 361) del cuerpo se atornillen entre sí con tornillos (363). Estos se asientan en orificios (365) en una mitad del cuerpo (361) y se atornillan a los orificios (364) roscados en la segunda mitad del cuerpo (360). La Figura 8b) muestra una sección transversal del cuerpo atornillado. Por motivos de claridad, solo se muestra un elemento (406) de red. Para formar una estructura de red según la invención, se deben insertar otros elementos (406) de red en hendiduras (362) previstas para ello y distribuidas radial y longitudinalmente por las mitades del cuerpo, preferiblemente de tal manera que los elementos (406) de red individuales se superpongan en la proyección (vista superior). En lugar de los bucles (406), también se pueden usar otros elementos de red, como fibras (405) o fibras (406) dentadas. Según esta forma de realización, también se puede disponer un deflector (10) de material de llenado según la invención (no representado aquí) en el conductor (50) de luz encima de cada elemento amortiguador de caída, colocándolo entre dos elementos del cuerpo que están fijados en unión positiva en fila al conductor (50) de luz y que están formados por dos mitades al igual que el cuerpo (330), pero sin bucles de absorción de caídas (406).

25 La Figura 9 muestra configuraciones adicionales de elementos amortiguadores de caída según la invención. Un cuerpo (330) metálico de una sola pieza está provisto de una rosca (331) de tornillo en sus extremos superior e inferior. Se puede conectar al soporte (2) (no mostrado), como, por ejemplo, un alambre de acero, a través de dicha rosca (331) de tornillo. A lo largo de toda la circunferencia de la sección central del cuerpo (330) hay previstas varias hendiduras (332) diseñadas para alojar elementos de red hechos, por ejemplo, de alambre de acero. En particular, en este caso hay previstas hendiduras (332) en las que se pueden alojar las articulaciones (407) de resorte de distintos elementos amortiguadores de caída. Después de insertar las articulaciones (407) de resorte, sobresalen de las hendiduras (332) hasta tal punto que se garantiza un efecto elástico bajo carga, es decir, el impacto de partículas durante el llenado. La Figura 9a) muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro fibras (405) distribuidas radialmente sobre la circunferencia del cuerpo (330), estando conectado cada extremo de fibra distal en su sección intermedia a una fibra (405) adyacente con ayuda de un conector (409) como, por ejemplo, un manguito de metal insertado y embridado. Por lo tanto, la estructura de red tiene una circunferencia aproximadamente circular vista desde arriba. La Figura 9b) muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro bucles (406), estando diseñados ambos extremos de cada uno de los bucles como articulaciones (407) de resorte e insertados en una de un total de ocho hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente por el cuerpo (330). Los bucles individuales (406) pueden superponerse en la vista superior. La Figura 9c) muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro fibras (408) dentadas, estando insertada cada una de las fibras a través de una articulación (407) de resorte en una de varias hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente en el cuerpo (330). Las fibras dentadas de dos elementos amortiguadores de caída adyacentes pueden superponerse vistas desde arriba. Los elementos de amortiguación de caída mostrados en la Figura 9 se pueden proporcionar en una modificación adicional según la invención de manera análoga usando un cuerpo de dos partes, por ejemplo, atornillable, similar al de la Figura 8.

La Figura 10a muestra una red tridimensional del elemento amortiguador de caída ilustrado formado a partir de cuatro bucles (406), estando ambos extremos de cada uno de los bucles hechos de alambre de acero, por ejemplo, diseñados como articulación (406) de resorte e insertados en una de un total de ocho hendiduras (332) distribuidas radial y longitudinalmente por el cuerpo (330). En ambos extremos del cuerpo (330) hay conformadas roscas de tornillo (331) que sirven para conectarse al cable (20) de soporte. Para ello se fijan tapas (333) roscadas en los extremos del cable (20) de soporte. La tapa (333) roscada y el cuerpo (330) tienen aproximadamente las mismas dimensiones radiales. Antes del montaje del dispositivo según la invención, se forma el deflector (10) de material de llenado cónico en forma de paraguas, por ejemplo, de chapa de acero, sobre el respectivo elemento amortiguador de caída dispuesto a través del perforación (12), que está conformada centralmente en su superficie lateral o de revestimiento (11) en forma de paraguas (superficie de revestimiento curvada cóncava) sobre el cuerpo (330) y el extremo de la rosca (331) de tornillo que sobresale a través del orificio (12) del deflector (10) de material de llenado se atornilla a la tapa (333) roscada. La dimensión radial máxima del deflector (10) de material de llenado es más ancha que la dimensión radial del cuerpo (330).

La Figura 10b muestra una sección transversal de un elemento amortiguador de caída según la Figura 9b) conectado a un soporte (20) según el dibujo de exposición de la Figura 10a). Los extremos del cable engrosados de forma cónica (21) encajan positivamente en la tapa (333) roscada. En el estado atornillado, la tapa (333) roscada y el cuerpo (330) no se tocan entre sí, sino que forman un asiento (338) en el área de la sección de rosca expuesta de la rosca de

5 tornillo (331) para el deflector (10) de material de llenado curvado cóncavo (hacia arriba contra la dirección de caída), que limita la movilidad longitudinal del deflector de material de llenado insertado en el mismo a lo largo de la rosca 331. Al seleccionar apropiadamente la altura del asiento (338) y el espesor de la pared del deflector (10) de material de llenado, así como el diámetro de la apertura (12) en el deflector (10) de material de llenado, se puede ajustar su holgura de la manera deseada. Aquí está dimensionado de modo que el deflector (10) de material de llenado sigue siendo giratorio alrededor del eje longitudinal del dispositivo (y alrededor de la rosca (331) de tornillo) y puede inclinarse o inclinarse lateralmente en el estado final instalado.

10 La Figura 10c muestra una sección transversal a través de una tapa (333) roscada según la invención, como se muestra en las Figuras 10a o 10b. La rosca (337) interior correspondiente a la rosca de tornillo (331) está formada en la mitad inferior. La hendidura (334) se utiliza para una conexión roscada positiva a la rosca (331) de tornillo del elemento amortiguador de caída. La hendidura (334) se extiende hacia arriba en una forma cónica (335). Esta sirve, por un lado, como tope para la rosca (331) de tornillo y como alojamiento para el extremo (21) cónico en unión positiva del cable (20) de soporte, que se guía a través del orificio (336) superior de la tapa (333) roscada. Las longitudes de la rosca (331) de tornillo y la rosca (337) interior están coordinadas de manera que cuando el cuerpo (330) está completamente atornillado con la tapa (333) roscada, queda una distancia entre los dos extremos del cuerpo (330) y la tapa (333) roscada que luego sirve de asiento (338) para el deflector (10) de material de llenado.

20 La Figura 11 muestra diversas configuraciones de deflectores (10) de material de llenado en forma de paraguas según la invención. A la izquierda se muestra una vista espacial en perspectiva y a la derecha la sección transversal del respectivo deflector de material de llenado. La Figura 11a muestra una pantalla (10a) cónica, la Figura 11b muestra una pantalla (10b) en forma de tulipa, la Figura 11c muestra una pantalla (10c) semiesférica y la Figura 11d muestra una pantalla (10d) en forma de cono con una superficie lateral curvada. En las secciones transversales correspondientes se indican el ancho máximo de pantalla respectivo ($d_{\text{máx}}$) así como para (10a) la altura de la pantalla h (o $h_{\text{máx}}$).

25 La Figura 12 muestra dos configuraciones adicionales de deflectores (10e y 10f) de material de llenado que pueden usarse según la invención. La Figura 12a muestra una pantalla (10e) en forma de cono que tiene una superficie lateral con múltiples ranuras (11e). Por otra parte, la Figura 12b muestra un deflector (10f) de material de llenado de varias piezas formado por cerdas rectas que apuntan radialmente hacia abajo en la dirección de llenado. Las cerdas se agrupan en su extremo superior mediante un anillo metálico.

30 El experto en la técnica puede proporcionar modificaciones adicionales de las formas de realización específicas aquí descritas siguiendo las enseñanzas técnicas según la invención.

Se hace referencia expresa a la descripción de las publicaciones aquí citadas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para llenar un tubo con material de llenado en partículas, que comprende al menos un elemento (3) amortiguador de caída que está fijado a un soporte (2) y se puede introducir junto con el soporte (2) en el tubo que se va a llenar, presentando el al menos un elemento (3) amortiguador de caída una estructura (4) de red que es permeable a las partículas de material de llenado y tiene un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ radial máximo correspondiente al diámetro d_i interior del tubo $\pm 20\%$, comprendiendo la estructura (4) de red una pluralidad de elementos (40) de red elásticos y habiendo un deflector (10) de material de llenado dispuesto encima de la estructura (4) de red; y comprendiendo la estructura de red un cuerpo (33, 330) central que lleva los elementos (40) de red;
- 5
- caracterizado por que por encima de al menos un elemento (3) amortiguador de caída hay dispuesto el deflector (10) de material de llenado que encierra radialmente el soporte (2), teniendo dicho deflector de material de llenado en proyección vertical un diámetro $d_{m\acute{a}x}$ máximo que corresponde del 5 al 50 % del diámetro d_i interior de tubo del tubo que se va a llenar y es mayor que el diámetro radial del cuerpo (33, 330) central, presentando el deflector (10) de material de llenado la forma de una estructura en forma de paraguas, sustancialmente radialmente simétrica con caras laterales inclinadas hacia fuera sustancialmente de manera uniforme y protegiendo la región central de al menos un elemento (3) amortiguador de caída del impacto directo de las partículas de material de llenado durante una operación de llenado, comprendiendo la región central el cuerpo (33, 330) y la sección interior de los elementos (40) de red a través de los cuales se fija al cuerpo (33, 330).
- 10
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la sección central presenta del 90 al 10 % del diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) radial del elemento (3) amortiguador de caída.
- 20
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2, en el que la región central presenta del 40 al 20 % del diámetro ($d_{m\acute{a}x}$) radial del elemento (3) amortiguador de caída.
4. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado está fijado de forma móvil al soporte (2).
- 25
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado presenta una superficie (11) lateral inclinada en la dirección de caída.
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado está realizado en una sola pieza.
7. Dispositivo según la reivindicación 6, en el que el deflector (10) de material de llenado está configurado de una sola pieza, en particular, de forma cónica, en forma de tulipa o semiesférica.
- 30
8. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado está configurado de tal manera que la relación de diámetros ($d_{m\acute{a}x}$ (elemento anticaídas): $d_{m\acute{a}x}$ (deflector de material de llenado)) se sitúa en el intervalo de 1:0,9 a aproximadamente 1:0,1, preferiblemente de 1:0,6 a 1:0,15 o con especial preferencia de 1:0,4 a 1:0,2.
- 35
9. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado presenta en el centro una altura $h_{m\acute{a}x}$ que corresponde aproximadamente del 2 al 60 % del diámetro d_i interior de tubo del tubo que se va a llenar.
10. Dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el deflector (10) de material de llenado está configurado de tal manera que presenta una relación $d_{m\acute{a}x} \cdot h_{m\acute{a}x}$ en el rango de 1:0,1 a 1:5.
- 40
11. Uso de un dispositivo según una de las reivindicaciones anteriores para llenar un reactor tubular con partículas catalíticas.
12. Método para llenar un tubo dispuesto verticalmente con material en partículas, caracterizado por que el dispositivo (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11 se introduce a través del extremo superior del tubo hasta tal punto que el elemento (3) amortiguador de caída situado más abajo no toca el fondo del tubo y por que el dispositivo se retira del tubo en contra de la dirección de caída de las partículas durante el llenado.
- 45
13. Método según la reivindicación 12, en el que un reactor tubular está lleno de partículas catalíticas.

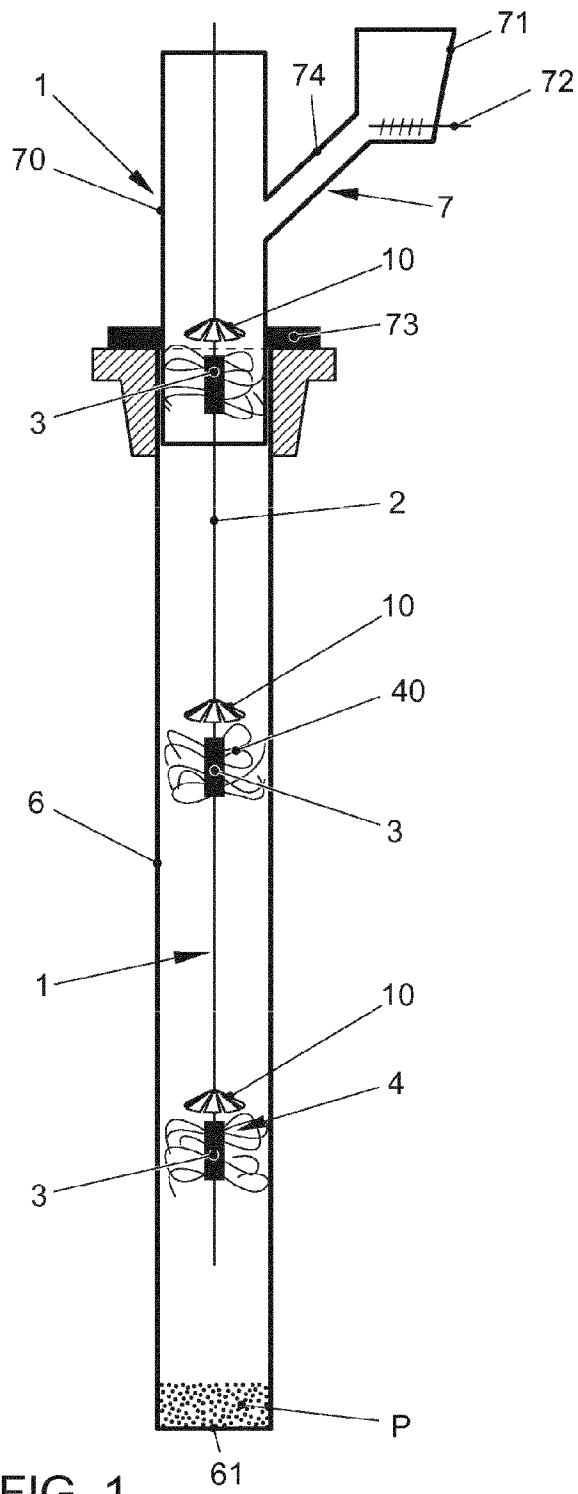


FIG. 1

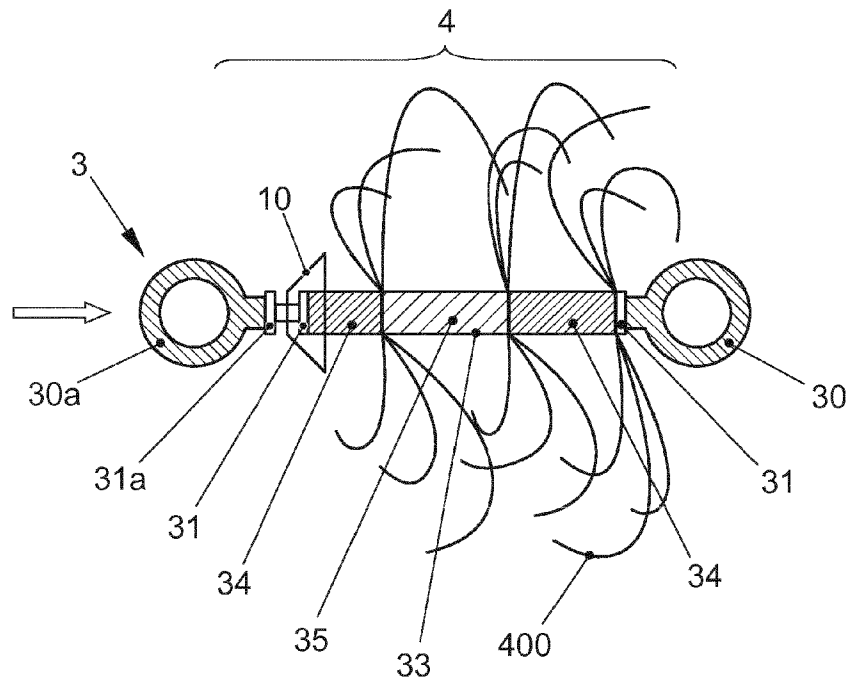


FIG. 2

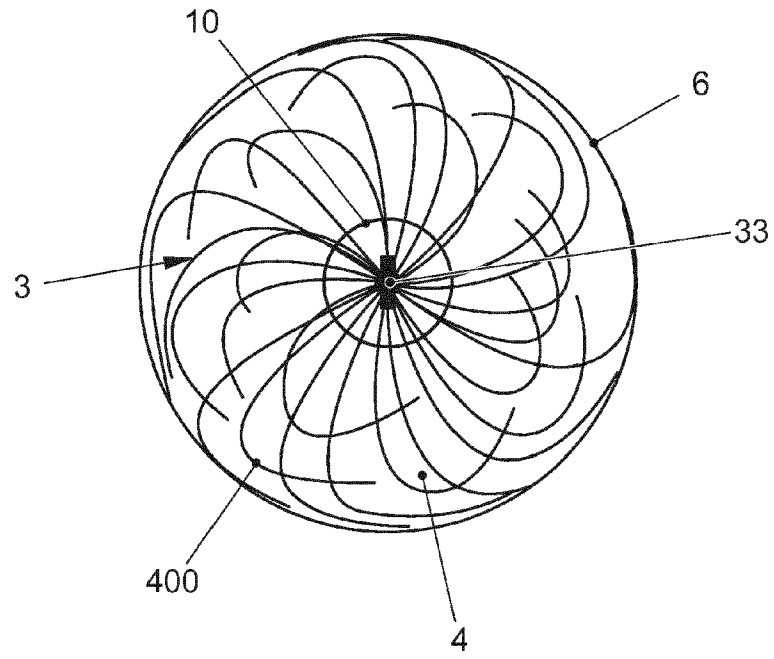


FIG. 3

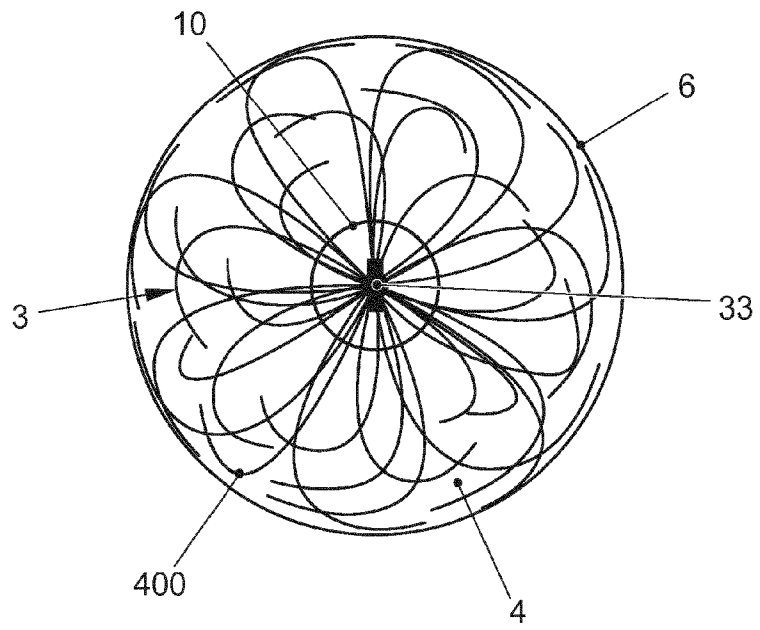


FIG. 4

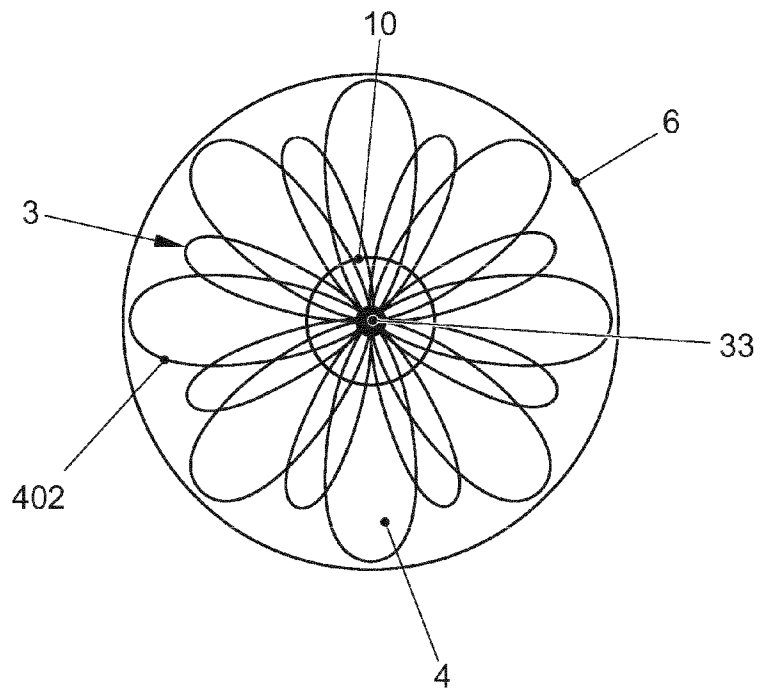


FIG. 5a

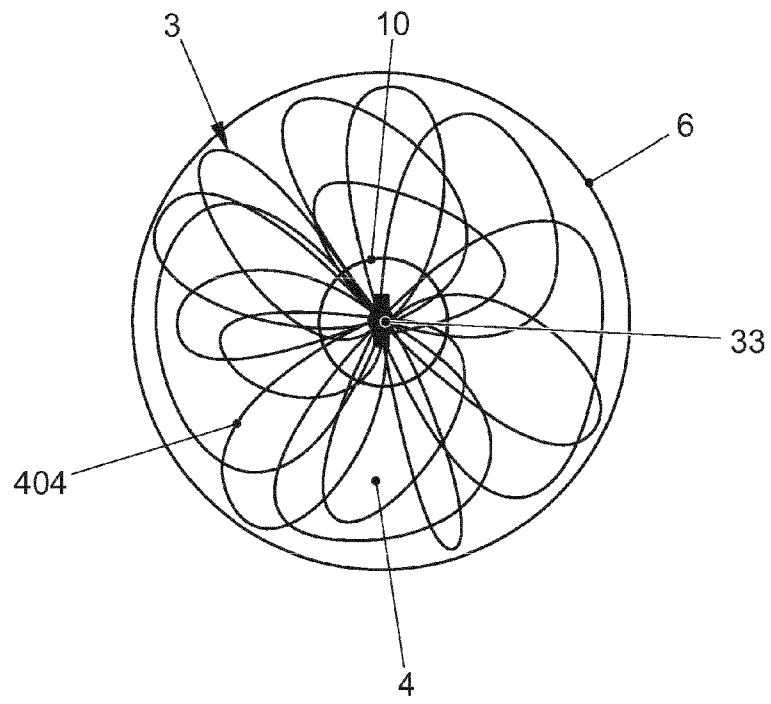


FIG. 5b

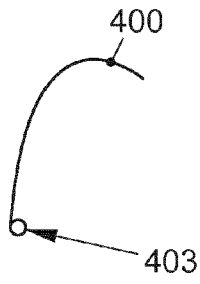


FIG. 6a

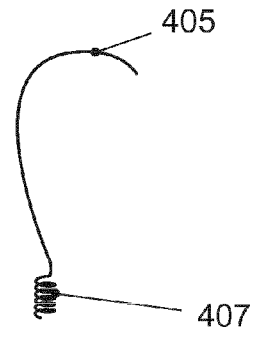


FIG. 6d

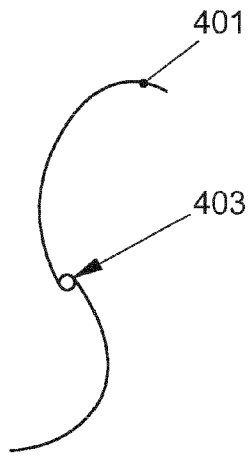


FIG. 6b

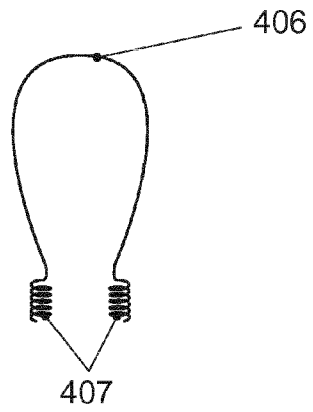


FIG. 6e

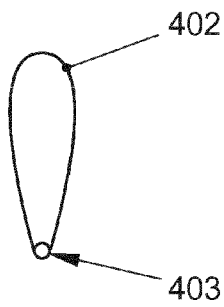


FIG. 6c

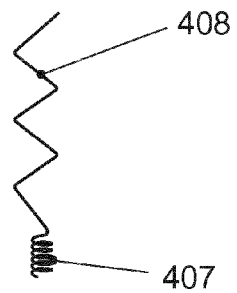
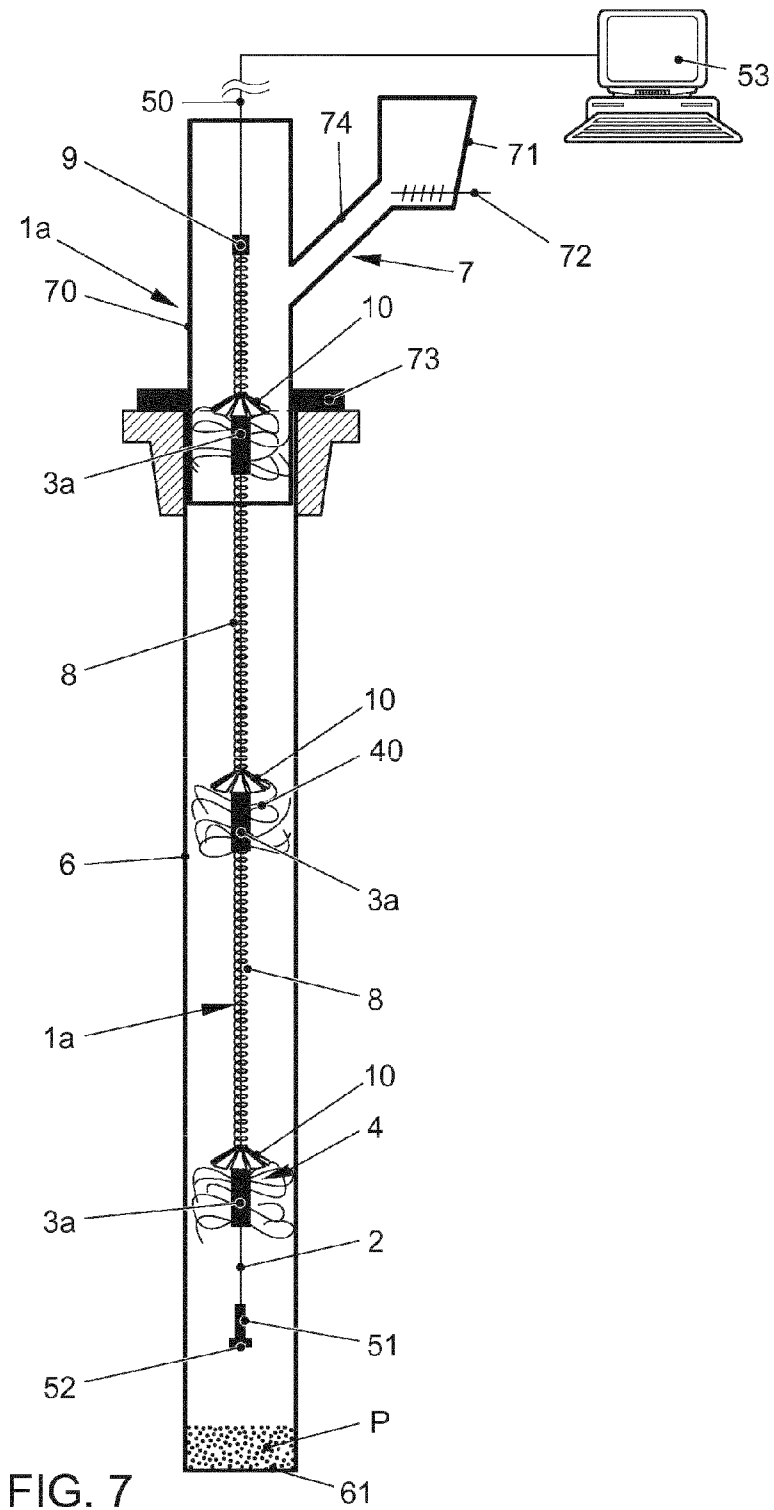


FIG. 6f



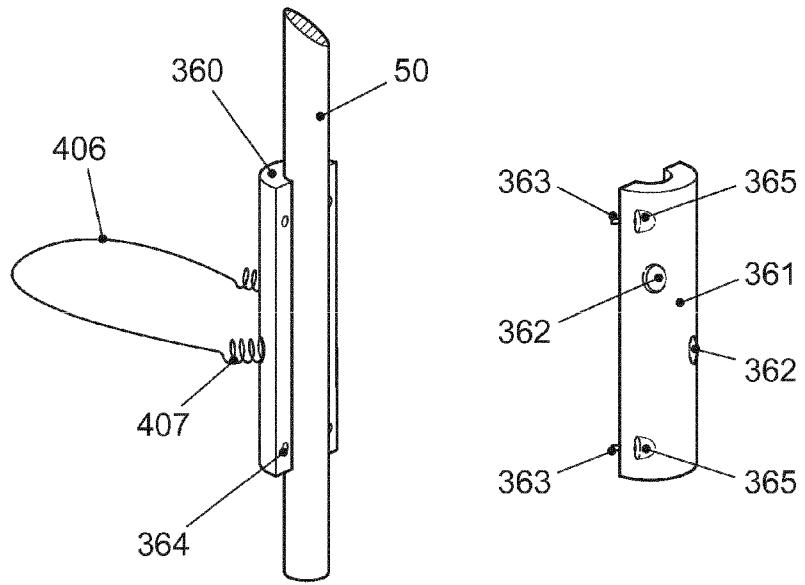


FIG. 8a

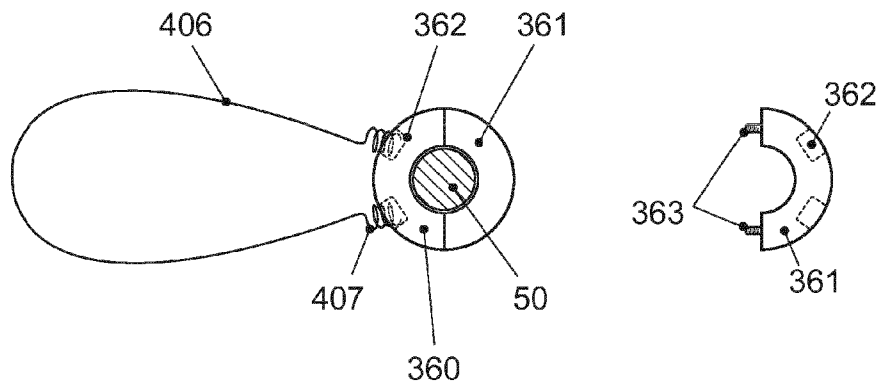


FIG. 8b

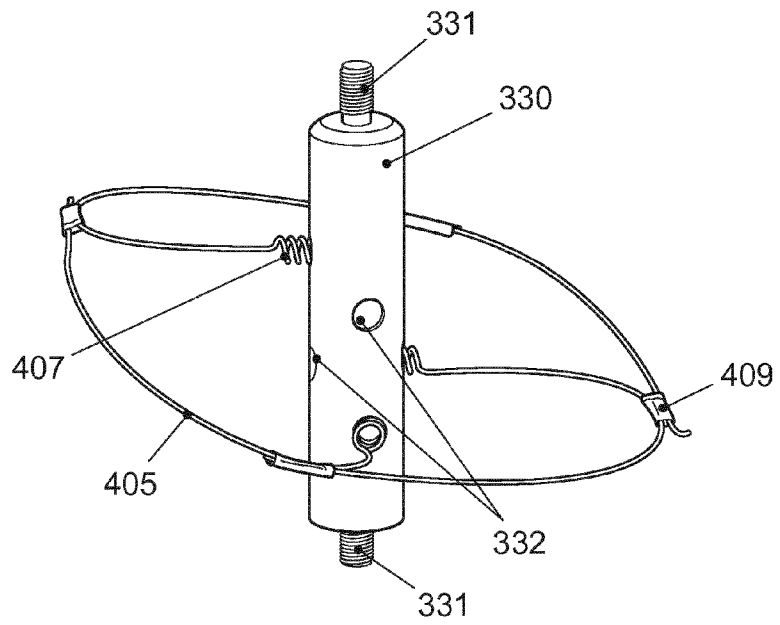


FIG. 9a

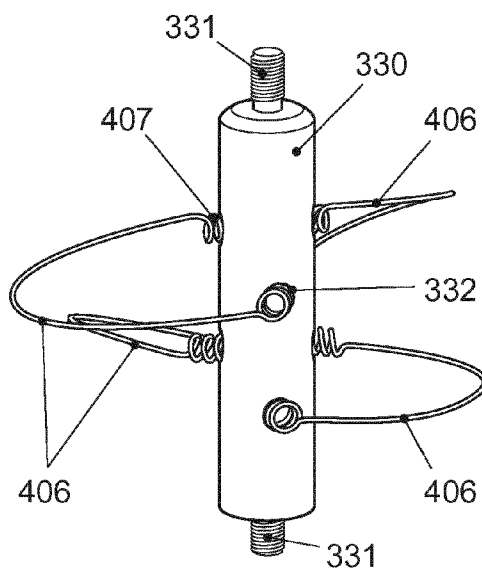


FIG. 9b

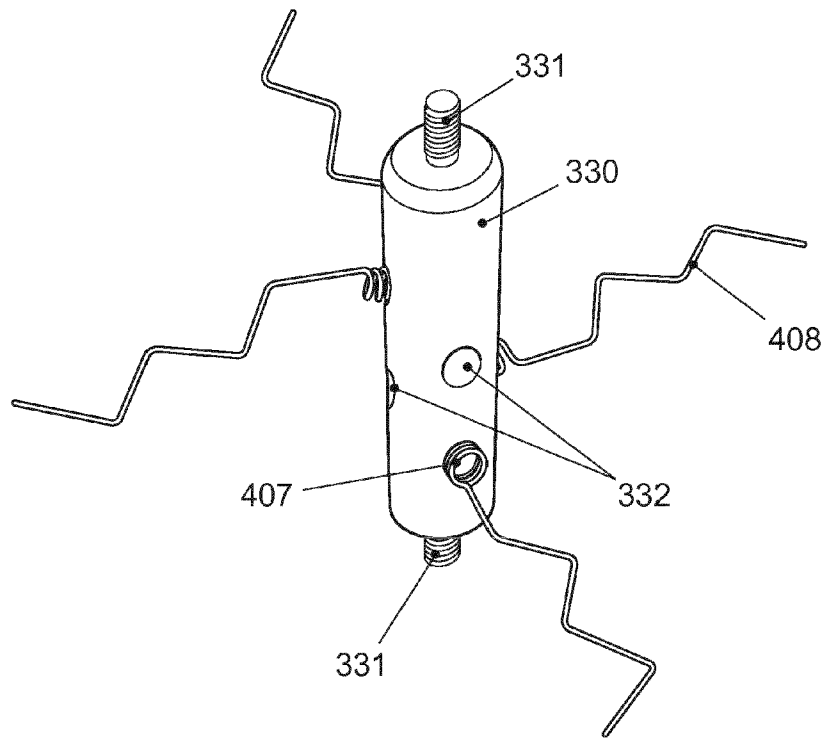


FIG. 9c

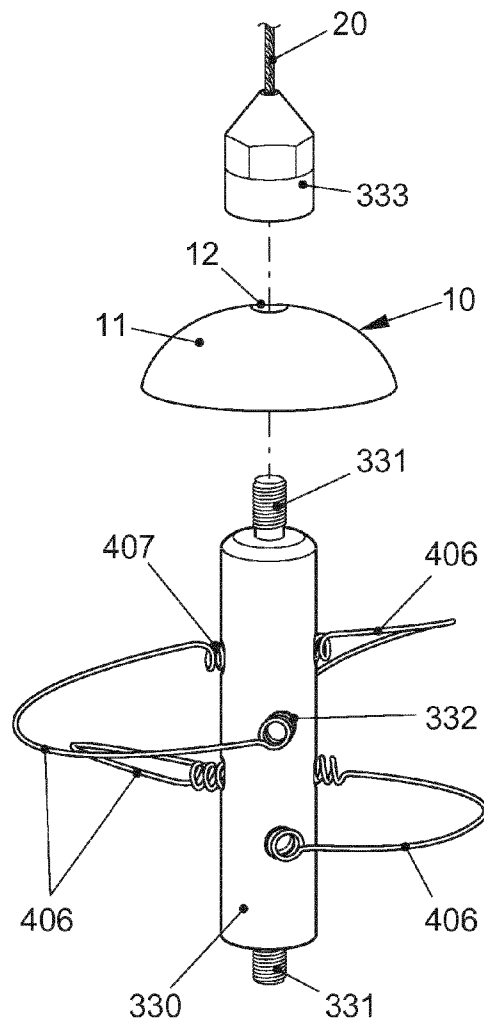


FIG. 10a

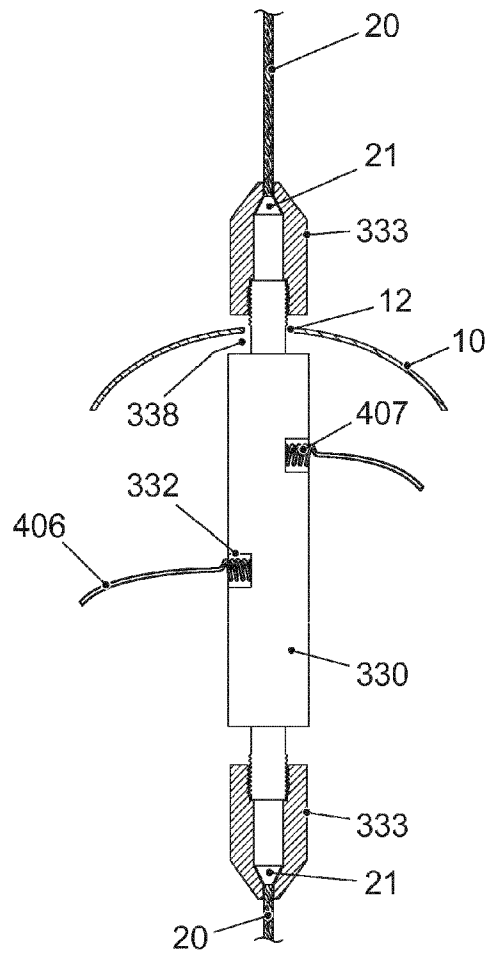


FIG. 10b

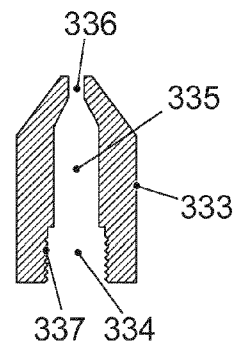


FIG. 10c

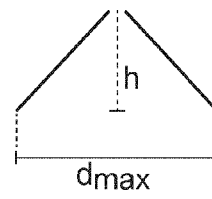
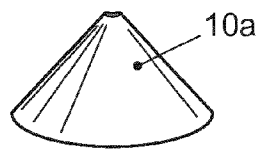


FIG. 11a

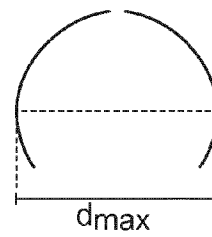
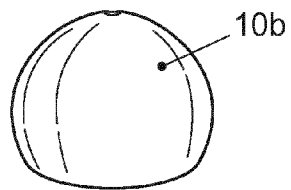


FIG. 11b

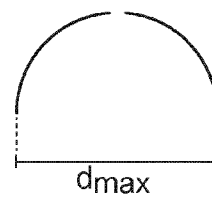
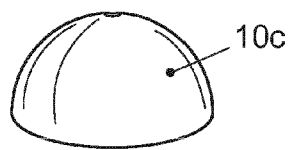


FIG. 11c

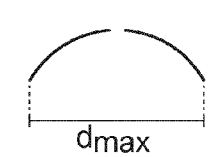


FIG. 11d

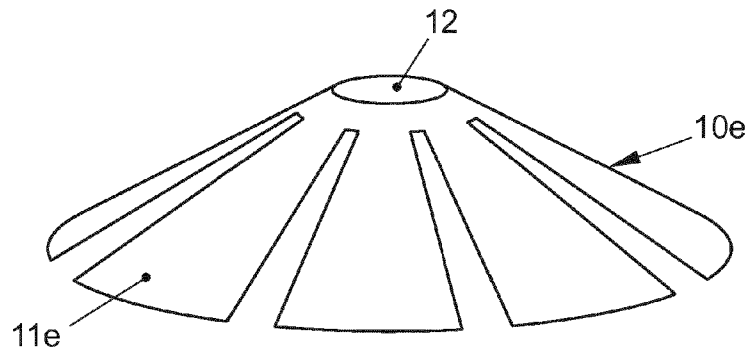


FIG. 12a

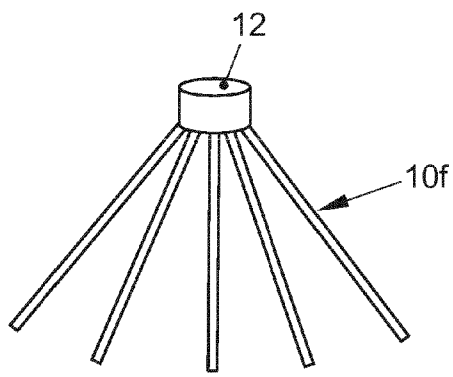


FIG. 12b